

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Teknologi Bahan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil, fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).

3.2. Bahan Penelitian

Material yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut ini.

- a. Agregat kasar (kerikil/*split*) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan dimensi 10 mm.
- b. Agregat halus (pasir) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kali Progo, Yogyakarta.
- c. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Holcim Powermax.
- d. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Struktur Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- e. Bahan tambah yaitu zat adiktif (*Bestmitel*) yang berasal dari PT. Multi Eraguna Usaha.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 3. 1 (a) Agregat kasar, (b) Agregat halus, (c) Semen, (d) Air dan (e) Zat adektif (*Bestmitel*)

3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian terdiri dari alat pengadukan beton, alat uji material, alat uji lentur dan alat uji *slump test*. Alat uji *slump test* terdiri dari alas besi, batang baja dengan panjang 610 mm, berdiameter 16 mm, kerucut *abrams* dengan ukuran tinggi 30 cm, diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan meteran digunakan untuk *workability* beton segar sebelum diaplikasikan dalam pengecoran, bisa dilihat pada Gambar 3.2



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3. 2 (a) Alas besi, (b) Batang baja, (c) Kerucut *Abrams* dan (d) Meteran.

Mixer Concrete adalah Merupakan sebuah alat untuk memproduksi beton *ready mix*, cetakan beton balok yang digunakan berukuran $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 60\text{ cm}$ dan sendok semen dapat dilihat pada Gambar 3.3



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. 3 (a) Cetakan beton balok, (b) *Mixer concrete*, dan (c) Sendok semen

Alat uji material yaitu terdiri dari timbangan, tabung *erlenmeyer* kapasitas 500 ml, neraca *ohaus* dengan ketelitian 0,05 kg, oven dengan suhu maksimum $220\text{ }^{\circ}\text{C}$, mesin *los angeles*, nampan dan saringan dapat dilihat pada Gambar 3.4



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

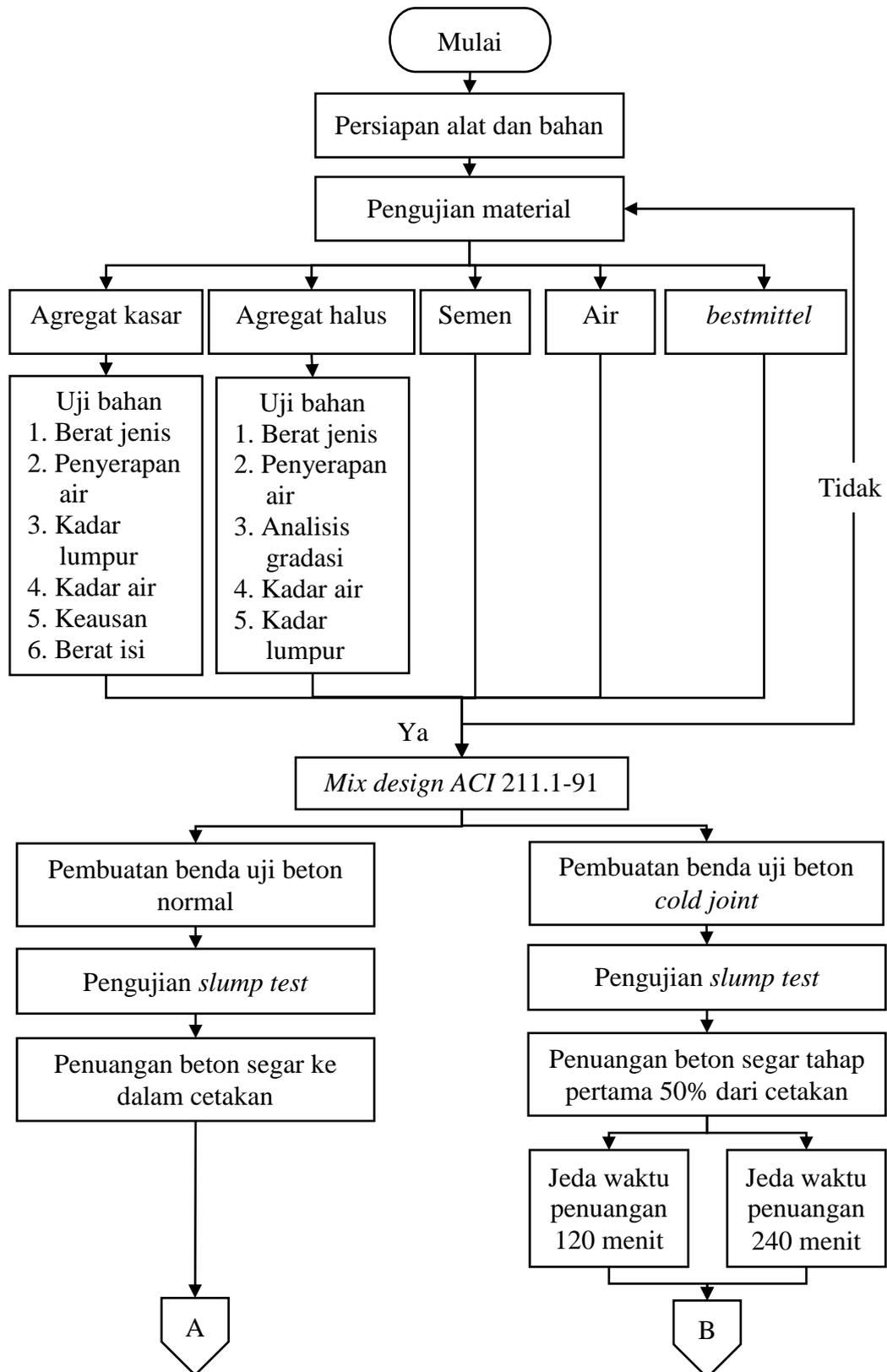
Gambar 3. 4 (a) Timbangan, (b) Tabung *Erlenmeyer*, (c) Kerucut *ohaus*, (d) Oven, (e) Mesin *los angeles*, (f) Nampan, dan (g) Saringan.

Pengujian kuat lentur beton yang digunakan adalah *Flexural machine test* merek *Hunga Ta* dapat dilihat pada Gambar 3.5.

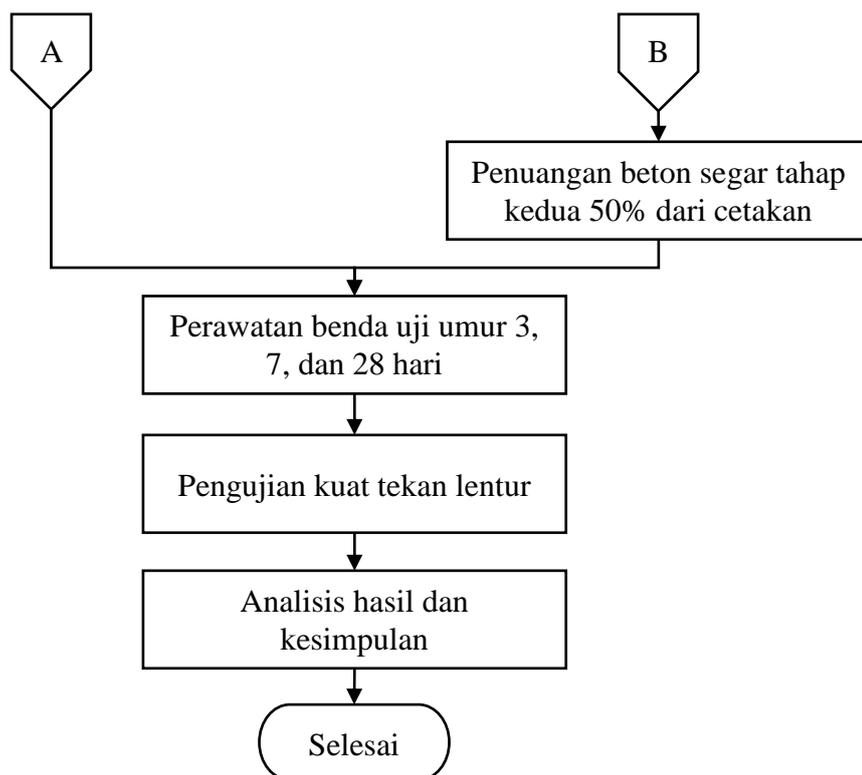


Gambar 3. 5 *Flexural machine test*

3.4. Tahapan Penelitian



Gambar 3. 6 Bagan alir penelitian



Gambar 3. 7 Bagan alir penelitian (lanjutan)

3.4.1. Pengujian Material

Berdasarkan BSN (2014) sebelum dilakukannya penelitian, benda uji material harus disesuaikan berdasarkan peraturan yang ada. Pengujian material harus dilakukan untuk memenuhi syarat kelayakan bahan campuran beton yang telah ditentukan. Pengujian material adalah sebagai berikut ini.

a. Pengujian agregat kasar

- 1) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air BSN SNI 1969:2008:Hal 5-6
 - a) Agregat kasar dibersihkan lalu Keringkan sampai berat tetap dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ dan dinginkan pada suhu ruangan.
 - b) Agregat kasar dimasukkan di dalam air pada suhu ruangan sampai (24 ± 4) jam.
 - c) Agregat kasar diambil dari dalam air lalu gulingkan pada kain atau benda penyerap air hingga mencapai kondisi jenuh kering permukaan (*SSD*).

- d) Timbang berat agregat kasar pada kondisi jenuh kering permukaan (*SSD*).
 - e) Agregat kasar ditempatkan pada kondisi jenuh kering permukaan (*SSD*) di dalam wadah lalu timbang beratnya di dalam air pada suhu $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$.
- 2) Pemeriksaan keausan (BSN SNI 2417:2008:Hal 3-4)
- a) Agregat kasar yang sudah disiapkan dan ditentukan ukurannya lalu masukkan bersama bola baja ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*.
 - b) Mesin diputar dengan kecepatan 30 rpm - 33 rpm dengan jumlah putaran sebanyak 500 kali.
 - c) Setelah selesai, keluarkan agregat kasar dari mesin lalu saring dengan saringan No. 12 (1,70mm).
 - d) Butiran yang tertahan di dalam saringan dicuci sampai bersih lalu dikeringkan dalam oven pada suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hingga berat tetap.
- 3) Pemeriksaan berat isi (SNI 03-4804-1998:Hal 4)
- a) Agregat kasar dibersihkan lalu dikeringkan pada temperatur $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga berat tetap.
 - b) Berat silinder kosong ditimbang.
 - c) Isi silinder lalu padatkan hingga satu pertiga dengan cara ditusuk sebanyak 25 kali dengan menggunakan batang penusuk baja, isi lagi silinder sebanyak dua pertiga dengan cara ditusuk sebanyak 25 kali dengan batang penusuk baja, isi lagi silinder sampai penuh lalu ditusuk dan ratakan permukaan silinder dengan alat perata.
 - d) Berat silinder dengan isinya ditimbang.
- 4) Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4142-1996 Hal 4)
- a) Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga berat tetap.
 - b) Benda uji yang sudah di oven ditimbang.
 - c) Benda uji dimasukkan ke dalam wadah dan tambah air, aduk hingga benda uji terpisah dari lumpur. Tuang perlahan-lahan ke dalam saringan No. 200. Ulangi beberapa kali sampai air kelihatan jernih

- d) Benda uji yang tertahan di saringan No. 200 dikeringkan di dalam oven pada temperatur (110 ± 5) °C hingga berat tetap.
 - e) Keluarkan dari oven lalu dinginkan benda uji pada suhu ruangan dan timbang beratnya.
- 5) Pemeriksaan kadar air (BSN SNI 1971:2011 Hal 3-4)
- a) Benda uji ditimbang dan ditentukan hingga 0,1 massa terdekat.
 - b) Benda uji dikeringkan pada temperatur (110 ± 5) °C hingga berat tetap dan jaga jangan sampai ada partikel yang hilang.
 - c) Keluarkan dari oven dan dinginkan benda uji di suhu ruangan dan timbang hingga 0,1 massa terdekat.
- b. Pengujian agregat halus
- 1) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air (SNI 1970:2008 Hal 5-8)
- a) Agregat halus dikeringkan pada temperatur (110 ± 5) °C hingga berat tetap.
 - b) Agregat halus dikeluarkan dan rendam dengan air selama (24 ± 4) jam.
 - c) Keringkan agregat halus hingga kondisi jenuh kering permukaan (*SSD*).
 - d) Agregat halus dimasukkan ke dalam piknometer sebanyak (500 ± 10) gram. Tambahkan air 90% dari kapasitas piknometer. Guncang dan putar piknometer untuk menghilangkan gelembung udara yang ada di dalam air.
 - e) Agregat halus dikeluarkan dari dalam piknometer, keringkan sampai berat tetap pada temperatur (110 ± 5) °C, dan dinginkan agregat halus pada suhu ruangan selama $1 \text{ jam} \pm 0,5 \text{ jam}$ lalu timbang beratnya.
 - f) Berat piknometer ditimbang yang berisi air sampai pembacaan yang sudah ditentukan pada (23 ± 2) °C.
- 2) Pemeriksaan kadar lumpur (SNI 03-4428-1997 Hal 5-6)
- a) Benda uji dikeringkan di dalam oven pada temperatur (110 ± 5) °C hingga berat tetap.
 - b) Benda uji yang sudah di oven ditimbang

- c) Benda uji dimasukkan ke dalam wadah dan tambah air, aduk hingga benda uji terpisah dari lumpur. Tuang perlahan-lahan ke dalam saringan No. 200. Ulangi beberapa kali sampai air kelihatan jernih
 - d) Benda uji yang tertahan di saringan No. 200 dikeringkan di dalam oven pada temperatur (110 ± 5) °C hingga berat tetap.
 - e) Keluarkan dari oven lalu dinginkan benda uji pada suhu ruangan dan timbang beratnya.
- 3) Pemeriksaan gradasi butiran (ASTM C136-01 Hal 2-3)
- a) Benda uji dikeringkan menggunakan oven pada suhu (110 ± 5) °C hingga berat tetap sama.
 - b) Saringan disusun sesuai urutan ukuran lubang ayakan dan tempatkan benda uji di saringan paling atas.
 - c) Jumlah benda uji yang dimasukkan secukupnya pada saringan sehingga partikel dapat mencapai lubang selama proses penyaringan.
 - d) Penyaringan dilakukan pada waktu yang cukup, setelah selesai, tidak lebih 1% dari berat benda uji yang tertahan pada setiap saringan.
 - e) Benda uji yang tertahan pada setiap saringan ditimbang.
- 4) Pemeriksaan kadar air (BSN SNI 1971:2011 Hal 3-4)
- a) Benda uji ditimbang dan ditentukan hingga 0,1 massa terdekat.
 - b) Benda uji dikeringkan pada suhu (110 ± 5) °C hingga berat tetap sama dan jangan sampai ada partikel yang hilang.
 - c) Keluarkan dari oven dan dinginkan benda uji di suhu ruangan dan timbang hingga 0,1 massa terdekat

3.4.2. Mix Design

Penelitian ini menggunakan *ACI 211.1-91* sebagai perencanaan desain campuran *mix design* beton. Penambahan zat adiktif yang diambil adalah 0,5% dengan penggunaan air dikurangi sebesar 30% karena penambahan zat adiktif tujuannya untuk mendapatkan kuat tekan beton awal yang tinggi maka air harus lebih sedikit akan tetapi jika airnya sedikit maka *workability* akan sulit. Penambahan zat adiktif ini bertujuan agar mempermudah pekerjaan dan mendapatkan kuat tekan awal beton yang tinggi. Analisis perencanaan desain campuran dapat dilihat pada Lampiran.

3.4.3. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* bertujuan untuk mengetahui *workability* (kemudahan pengerjaan beton segar) sebelum diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Tujuan dari pengujian *slump* adalah untuk mengetahui nilai *slump* dan membandingkan antara nilai *slump* aktual dengan nilai *slump* rencana. Berdasarkan BSN SNI 1972:2008 Hal 4-5 tahapan pengujian *slump test* adalah sebagai berikut ini.

- a. Basahi cetakan dan letakkan di atas permukaan yang datar, tidak menyerap air, dan kaku.
- b. Cetakan harus ditahan secara kuat di tempat selama pengisian beton segar.
- c. Setiap 25 tusukan padatkan beton segar secara merata menggunakan batang penusuk baja hingga sampai ke atas permukaan cetakan.
- d. Lepaskan cetakan dari beton dengan cara mengangkat cetakan ke atas secara hati-hati.
- e. Setelah beton menunjukkan penurunan di permukaan maka segera ukur dengan meteran untuk menentukan *slump* antara bagian atas cetakan dan bagian pusat permukaan beton segar.

3.4.4. Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini, benda uji yang terdiri dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, air, dan semen dengan ukuran cetakan balok yaitu 15 cm x 15 cm x 60 cm. Pembuatan benda uji pada penelitian ini ada dua tahapan yaitu beton normal dan beton *cold joint*. Berdasarkan BSN SNI 2493:2011 Hal 9-14 langkah kerja pembuatan benda uji beton adalah sebagai berikut ini.

- a. Beton normal
 - 1) Material ditimbang yang sudah ditentukan pada *mix design*.
 - 2) Masukkan agregat halus dan agregat kasar ke dalam *mixer concrete* sampai agregat tercampur.
 - 3) Semen dimasukkan ke dalam *mixer concrete* hingga agregat tercampur rata oleh semen. Tambahkan air dan bahan tambah (*besmittel*) ke dalam campuran, aduk sampai beton tampak seragam (*homogeneity*) dan memiliki konsistensi yang diinginkan.

- 4) Campuran beton dikeluarkan dari *concrete mixer* dan ukur nilai *slump* campuran beton segar setelah selesai pengadukan.
 - 5) Campuran beton dituangkan ke dalam cetakan balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm menggunakan sendok semen dan tumbuk menggunakan tongkat hingga merata. Lakukan secara bertahap hingga cetakan beton terisi penuh.
 - 6) Setelah beton sudah terisi penuh pada cetakan, ratakan permukaan beton dan diamkan hingga beton mengeras.
 - 7) Setelah (24 ± 8) jam, keluarkan benda uji beton dari cetakan.
- b. Beton *cold joint*
- 1) Material ditimbang yang sudah dirancang pada *mix design*.
 - 2) Agregat halus dan agregat kasar dimasukan ke dalam *mixer concrete* sampai agregat tercampur rata.
 - 3) Semen dimasukkan ke dalam *mixer concrete* hingga agregat tercampur rata oleh semen. Tambahkan air dan bahan tambah (*besmittel*) ke dalam campuran, aduk sampai beton tampak seragam (*homogeneity*) dan memiliki konsistensi yang diinginkan.
 - 4) Campuran beton dikeluarkan dari *mixer concrete* dan ukur nilai *slump* campuran beton segar setelah selesai pengadukan.
 - 5) Campuran beton ditunggu ke dalam cetakan balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm menggunakan sendok semen dan tumbuk menggunakan tongkat hingga beton merata. Lakukan secara bertahap hingga cetakan terisi setengah dari volume cetakan.
 - 6) Waktu jeda penempatan yang telah direncanakan yaitu tunggu sampai 120 dan 240 menit. Pada tahap ini harus diperhatikan agar proses pembuatan beton *cold joint* berjalan dengan sempurna.
 - 7) Ulangi langkah kerja 1-4 untuk membuat beton baru sebelum campuran beton telah melalui waktu jeda. Setelah selesai waktu jeda, masukkan campuran beton baru seperti langkah kerja 5 hingga cetakan terisi penuh oleh campuran beton.
 - 8) Setelah beton sudah terisi penuh pada cetakan, ratakan permukaan beton dan diamkan hingga beton mengeras.

- 9) Setelah (24 ± 8) jam, keluarkan benda uji beton dari cetakan.

3.4.5. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji (*curing*) dilakukan dengan cara merendam beton ke dalam air. Perendaman dilakukan setelah benda uji beton sudah mengeras secara sempurna (*final setting*). Waktu perawatan beton dilakukan sesuai dengan yang direncanakan yaitu 3, 7, dan 28 hari.

3.4.6. Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur bertujuan untuk mengetahui kemampuan batas yang dimiliki beton untuk menerima beban secara maksimum. Pengujian kuat lentur dilakukan dengan menggunakan balok sederhana ($15 \times 15 \times 60$) cm pada balok normal, balok *cold joint* vertikal (searah sumbu tekan) dan balok *cold joint* horizontal (tegak lurus sumbu tekan). Pengujian dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari menggunakan *Flexural machine test* merek *Hung ta* yang dibebani terpusat langsung seperti pada Gambar 3.7.

Pengujian dilakukan untuk membuktikan hipotesa awal hasil uji kuat lentur yaitu beton normal yang proses pengecorannya tidak memiliki waktu jeda sambungan pengecoran memiliki nilai kuat lentur lebih tinggi daripada benda uji yang mengalami kondisi *cold joint*. Pengujian ini juga untuk membuktikan bahwa hasil kuat lentur balok *cold joint* arah horizontal memiliki nilai kuat lentur lebih baik daripada hasil kuat lentur balok *cold joint* arah vertikal.

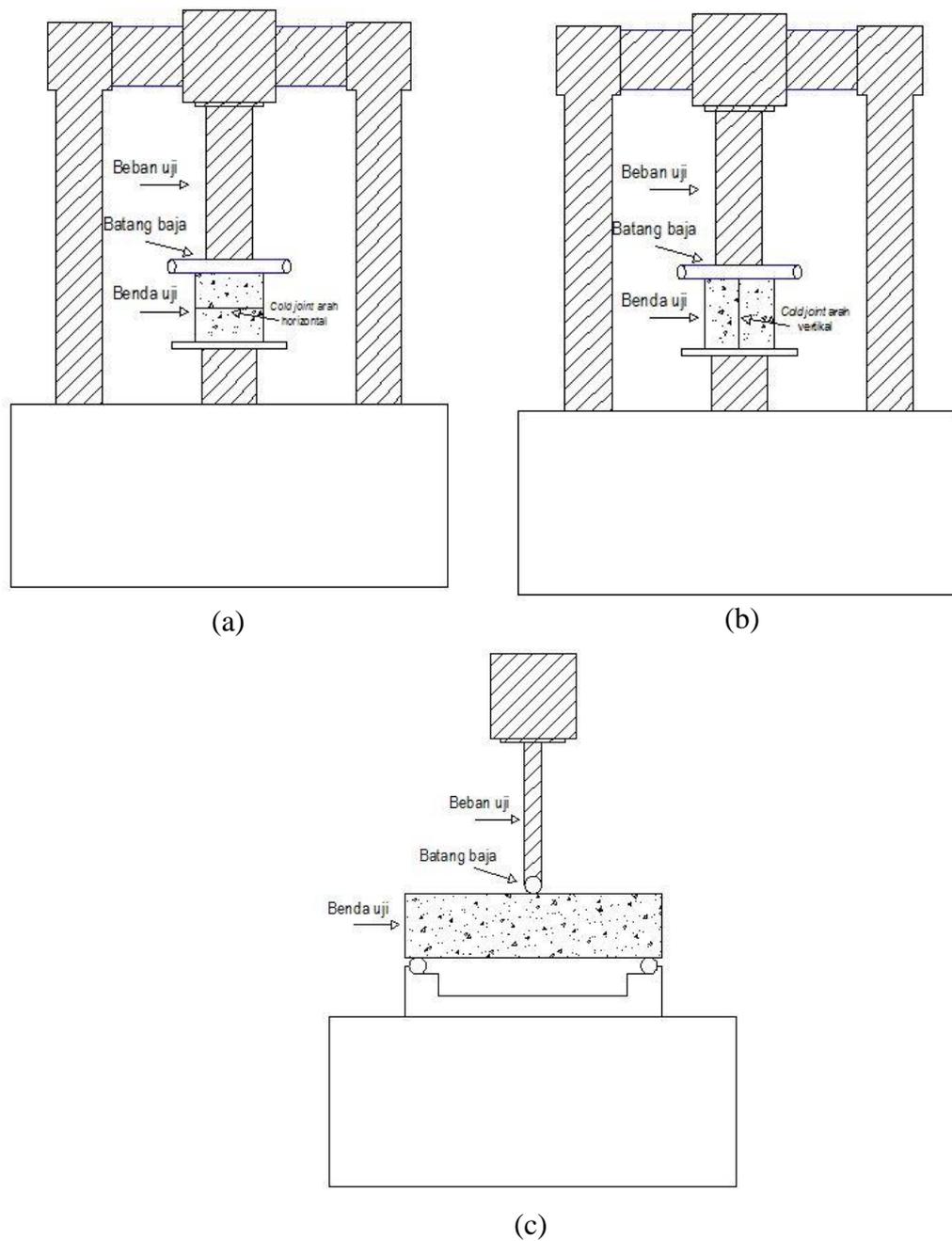


(a)



(b)

Gambar 3. 8 Pengujian kuat lentur (a) Tampak depan, dan (b) Tampak samping



Gambar 3. 9 Sketsa pengujian kuat lentur *cold joint* tampak samping (a) Arah horizontal, (b) Arah vertikal, dan (c) Sketsa pengujian kuat lentur tampak depan.