

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium struktur Teknik Sipil Institut Teknologi Sumatera.

3.2 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode eksperimen. Penelitian ini bermaksud untuk menguji pengaruh *fly ash* terhadap beton berpori. Benda uji yang digunakan untuk penelitian kuat tekan dan porositas beton berpori yaitu berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

3.3 Bahan

Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Semen Portland

Semen yang digunakan adalah semen Tipe 1 PCC (*Portland Composit Cement*) dengan label Semen Padang. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang berasal dari Sumber Batu Berkah, Lampung Selatan.

3. Air

Air yang digunakan berasal dari instalasi air bersih Laboratorium Bahan dan Kontruksi, Institut Teknologi Sumatera (ITERA).

4. *Fly ash* (Abu terbang)

Fly ash (abu terbang) adalah material yang berasal dari sisa pembakaran batu bara yang tidak terpakai berasal dari PLTU Tarahan, Lampung Selatan.

3.4 Peralatan

Berikut adalah peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Saringan

Alat yang digunakan untuk menentukan gradasi agregat, sehingga dapat ditentukan modulus kehalusan agregat. Saringan yang digunakan dengan diameter 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm yang dilengkapi dengan tutup (pan).

2. Timbangan

Timbangan yang digunakan yaitu timbangan digital merek sayaki dengan kapasitas maksimum 30 kg, ketelitian 0,1 gram dan timbangan merek Laju dengan kapasitas maksimum 150 kg, ketelitian 0,1 gram. Timbangan digunakan untuk menimbang berat masing-masing komposisi campuran beton, benda uji beton, dan pemeriksaan seluruh material.

3. Piknometer

Alat ini digunakan untuk pemeriksaan berat jenis SSD, berat jenis kering, berat jenis jenuh, dan penyerapan agregat halus.

4. Bejana silinder

Bejana silinder beserta tongkat pemadat digunakan untuk pemeriksaan berat volume agregat kasar dan agregat halus.

5. Botol *Le Chatelier* (*Le Chatelier Flask* kapasitas 250 ml)

Botol *Le chatelier* digunakan untuk pemeriksaan berat jenis semen.

6. Gelas ukur

Gelas ukur kapasitas maksimum 1000 ml, untuk volume air.

7. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan pada saat pengujian material yang dibutuhkan kondisi kering (kondisi *SSD*).

8. Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

9. Mesin pengaduk beton (*Concrete Mixer*)

Mesin pengaduk beton yang digunakan memiliki kapasitas 0,125 m³ dengan kecepatan 20-30 putaran per menit yang digerakkan dengan menggunakan diesel yang sumber nya dari listrik. Alat ini digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton.

10. Tongkat pemadat

Togkat pemadat digunakan untuk memadatkan adukan beton pada saat memasukkan adukan beton ke dalam cetakan.

11. Kerucut abrams

Kerucut abrams beserta tilam pelat baja dan tongkat besi digunakan untuk mengukur kelacakan atau *workability* adukan dengan percobaan *slump test*.

12. Mesin uji tekan (*Compression Testing Machine*)

Alat ini digunakan untuk menguji kuat tekan beton. *Compression Testing Machine* berkapasitas beban maksimum 150 ton dengan ketelitian 0,5 ton. Kecepatan pembebanan sebesar 0,14-0,34 Mpa/s.

13. Alat bantu

Alat bantu yang digunakan selama proses pembuatan benda uji diantaranya dalah palu, sendok semen, mistar, *container*, panci, sarung tangan, dan kompor.

14. Alat uji permeabilitas (*falling head water permeability test*)

Alat ini untuk mengukur kecepatan pengaliran air pada beton berpori yang mengacu pada ACI 522R -10.

3.5 Variabel penelitian

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan dan porositas beton bepori berumur 28 hari. Dengan jumlah variasi sampel berjumlah 9 variasi dan masing – masing terdiri dari 4 benda uji. Benda uji yang akan digunakan untuk pengujian kuat tekan beton sebanyak 3 benda uji dan pengujian porositas sebanyak 1 benda uji dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Kode Sampel	Variasi Penggunaan Fly Ash (%)	Variasi Faktor Air Semen	Jumlah Benda Uji
Fas 0,3 Fa 0	0	0,3	4
Fas 0,3 Fa 10	10		4
Fas 0,3 Fa 20	20		4
Fas 0,4 Fa 0	0	0,4	4
Fas 0,4 Fa 10	10		4
Fas 0,4 Fa 20	20		4
Fas 0,5 Fa 0	0	0,5	4
Fas 0,5 Fa 10	10		4
Fas 0,5 Fa 20	20		4
Jumlah Benda Uji (Buah)			36

3.6 Pelaksanaan penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu : persiapan bahan dan peralatan, pemeriksaan bahan dan peralatan, perencanaan campuran beton (*mix design*), pembuatan beton, perawatan beton (*curing*), pengujian kuat tekan beton, pengujian porositas beton dan analisis hasil penelitian.

1. Persiapan Bahan dan Peralatan

Sebelum memulai penelitian, maka dilakukan persiapan bahan dan peralatan yang akan digunakan. Bahan-bahan yang dipersiapkan antara lain semen, agregat kasar, air bersih, dan *fly ash* . Sedangkan untuk peralatan harus di siapkan dalam kondisi baik.

2. Pemeriksaan Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang akan digunakan terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan dan dapat dipastikan dalam, kondisi baik, sesuai standar yang telah ditetapkan. Oleh karena itu dilakukan pemeriksaan terhadap bahan dan peralatann tersebut. Pemeriksaan tersebut antara lain :

a. Semen

1. Percobaan waktu ikat semen.
2. Pengujian berat jenis semen sesuai standar ASTM 188-95
3. Pemeriksaan tanggal produksi semen untuk mengetahui lamanya penyimpanan semen sebelum dibeli.
4. Tidak ada gumpalan atau semen padat.
5. Semen yang masih baik akan mengapung/mengambang sejenak sebelum mengendap saat ditabur diatas permukaan air.

b. Agregat kasar

1. Pemeriksaan kadar air agregat kasar (ASTM C-566)
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (ASTM C 127-88)
3. Analisis saringan (ASTM C 139-96 a)
4. Pemeriksaan berat volume agregat kasar (ASTM C 29/29 M-27)

c. Air

Pemeriksaan pada air menurut SK SNI 03-2847-2002 dilakukan dengan cara visual/kasat mata yaitu air harus tampak jernih, tidak mengandung lumpur, dan tidak berbau agar tidak mempengaruhi kualitas beton.

d. *Fly Ash*

Pengecekan *fly ash* bisa dilihat dengan kasat mata. *Fly ash* yang baik memiliki ciri-ciri berwarna keabu-abuan dan berbutir halus.

e. Peralatan

Pemeriksaan peralatan bertujuan untuk memastikan ketika penelitian dilakukan peralatan yang digunakan dapat bekerja dengan baik dan tidak rusak.

3.7 Perencanaan Campuran Beton

Perecanaan komposisi campuran beton (*mix design*) mengacu pada peraturan ACI 522R-10 mengenai Tata Cara Pembuatan Campuran untuk Beton Berpori. Mutu beton yang di rencanakan pada penelitian ini mengacu pada standar mutu bata beton yaitu 10 Mpa. Ukuran agregat kasar maksimum adalah 20 mm. Penggunaan *fly ash* yaitu dengan variasi 0%, 10%, dan 20% dari berat semen dan faktor air semen (FAS) dengan variasi 0,3 , 0,4 ,dan 0,5. Didapat komposisi campuran beton untuk 4 buah silinder seperti tabel sebagai berikut :

Tabel 3.2. Kebutuhan Komposisi Campuran 4 buah silinder

No	Material	FAS (Faktor Air Semen)								
		0,3			0,4			0,5		
1	Air (kg)	1,54	1,54	1,54	1,55	1,55	1,55	1,56	1,56	1,56
2	Semen (kg)	4	3,6	3,2	3,33	2,7	2,4	2,4	2,2	1,92
3	Fly ash (kg)	0%	10%	20%	0%	10%	20%	0%	10%	20%
		0	0,4	0,8	0	0,3	0,6	0	0,22	0,48
4	Agregat kasar (kg)	27	27	26,97	27,6	27,5	27,5	27,9	27,9	27,6

3.8 Pembuatan Beton

Langkah-langkah pembuatan beton adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bahan-bahan yang dibutuhkan

Menimbang terlebih dahulu bahan-bahan untuk pembuatan, sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan dari hasil perhitungan *mix design*. Agregat kasar disaring terlebih dahulu dengan menggunakan saringan diameter 25 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm.



Gambar 3. 1. Persiapan Bahan

2. Pencampuran beton

Bahan-bahan yang telah ditimbang sebelumnya sesuai dengan komposisi yang telah direncanakan selanjutnya yaitu melakukan pencampuran bahan secara bertaha-tahap dimulai dengan memasukkan agregat kasar, kemudian semen dan *fly ash* lalu putar molen sambil memasukkan air dikit demi sedikit hingga tercampur merata. Pengadukan campuran beton dilakukan satu kali untuk setiap variasi campuran.



Gambar 3. 2. Pencampuran Beton

3. Pengujian *Slump Test*

Pengujian *slump test* bertujuan untuk mengetahui konsistensi (kekentalan adukan beton) pada adukan beton yang masih segar. Langkah kerja pada pengujian nilai *slump* adalah menggunakan kerucut abrams yang diletakan pada pelat baja. Adukan beton segar dimasukan kedalam kerucut sampai mengisi 1/3 dari tinggi kerucut lalu dilakukan pemadatan dengan tongkat besi sebanyak 25 kali. Kemudian ditambahkan lagi adukan beton segar sampai terisi 2/3 dari tinggi kerucut, dipadatkan lagi menggunakan tongkat besi sebanyak 25 kali, selanjutnya dimasukan lagi adukan beton segar

sampai kerucut terisi penuh, dipadatkan lagi menggunakan tongkat besi sebanyak 25 kali. Masukkan beton segar dan ratakan permukaan atas pada kerucut. Selanjutnya kerucut diangkat ke atas secara perlahan, setelah terjadinya runtuh pada beton segar maka tentukan nilai *slump* dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara kerucut abrams dengan adukan beton segar yang telah runtuh.



Gambar 3. 3. Pengujian *Slump Test*

4. Pencetakan beton

Proses pencetakan beton dengan cara memasukkan adukan beton segar ke dalam cetakan silinder yang telah dipersiapkan. Dalam proses memasukkan campuran ke dalam cetakan dibagi tiga lapisan pertama $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan, kedua $\frac{2}{3}$ dari tinggi cetakan, dan terakhir cetakan diisi penuh dengan melakukan pematatan pada setiap lapisan berupa ditumbuk sebanyak 25 kali menggunakan tongkat besi.



Gambar 3. 4. Pencetakan Beton

5. Pematatan adukan beton

Pematatan adukan beton dengan dua cara, yaitu :

- a. Pematatan dengan menggunakan alat tongkat besi yang ditumbuk ke dalam adukan beton.

- b. Pemadatan eksternal dengan cara mengetarkan cetakan beton silinder secara manual, yaitu memukul sisi luar cetakan silinder dengan palu karat.



Gambar 3. 5. Pemadatan Adukan Beton

6. Pelepasan beton dari cetakan

Setelah adukan beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder maka beton dibiarkan selama 24 jam dan beton dapat dilepaskan dari cetakan. Maka selanjutnya beton diberi keterangan sampel.

3.9 Perawatan Beton (*Curing*)

Tujuan pelaksanaan *curing*/perawatan beton adalah memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembaban yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak pada beton.

Pelaksanaan *curing*/perawatan beton dilakukan segera setelah beton mengalami atau memasuki *face hardening* (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah pelepasan cetakan, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton.



Gambar 3. 6. *Curing*/Perawatan Beton

3.10 Pengujian Beton

Pengujian yang dilakukan pada beton dalam penelitian ini dengan pengujian kuat tekan beton dan porositas beton yang dilakukan pada benda uji silinder setelah berumur 28 hari.

a. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dapat dilakukan setelah kondisi beton benar benar kering pada umur beton yang direncanakan. Sebelum pengujian kuat tekan dimulai, dilakukan penimbangan terhadap benda uji beton, setelah itu dilanjutkan dengan pelaksanaan *capping* menggunakan bahan belerang pada permukaan beton yang tidak rata. *Capping* bertujuan untuk meratakan permukaan beton, agar saat dilakukan uji kuat tekan diperoleh hasil yang maksimum.

Pengujian kuat tekan beton terhadap benda uji menggunakan mesin uji kuat tekan *Compression Testing Machine (CTM)* sesuai dengan ASTM C 39/C 39M-01. Letakan benda uji pada mesin uji kuat tekan secara sentries, kemudian operasikan mesin uji dengan kecepatan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik. Lakukan pembacaan pembebanan saat kondisi beton hancur (dalam satuan ton atau kN). Hasil kuat tekan benda uji dicatat saat jarum penunjuk kuat tekan mencapai nilai tertinggi. Berikut rumus untuk mencari nilai kuat tekan beton :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Di mana :

f_c' = kuat tekan silinder beton (MPa atau kg/cm²)

P = beban maksimum sampai beton hancur (kg, N)

A = luas penampang silinder (cm², mm²)

b. Pengujian Porositas Beton

Pengujian dapat dilakukan setelah kondisi beton benar benar kering pada umur beton yang direncanakan. Sebelum pengujian porositas dimulai, dilakukan penimbangan terhadap benda uji beton, kemudian metode yang digunakan mengacu pada ACI 522R – 10 yang telah di modifikasi seperti gambar dibawah ini :



Gambar 3. 7. Alat uji porositas yang telah di modifikasi

3.11 Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil dari penelitian ini dilakukan dengan cara :

1. Menghitung kuat tekan dan porositas beton berpori dengan menggunakan persamaan (1) dan disajikan dalam bentuk hasil percobaan dengan table dan grafik.
2. Mengetahuin ada tidaknya pengaruh dari variable yang digunakan terhadap kuat tekan dan porositas beton berpori dengan komposisi *fly ash* yang bervariasi dalam bentuk grafik.

3.12 Diagram Pengerjaan Penelitian

