

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

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

3.2. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian ini dimaksudkan untuk menguji pengaruh suatu perilaku terhadap objek penelitian. Benda uji yang dibuat dengan menambahkan Limba Beton dan Zeolit sebagai campuran adukan beton. Masing-masing 15 buah benda uji dan 5 variasi beton yang diuji kuat tekan pada umur 28 hari untuk mendapatkan nilai kuat tekan dengan rencana 25 Mpa. Bentuk benda uji yang digunakan untuk penelitian kuat tekan beton 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

Semen *Portland* berfungsi sebagai perekat campuran mortal. Semen yang digunakan adalah semen Tipe I *Portland Composite Cement* (PCC) merek Batu Raja, didapatkan dari toko bangunan dalam kondisi satuan 50 kg/sak. Gambar semen dapat di lihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Semen

2. Agregat kasar

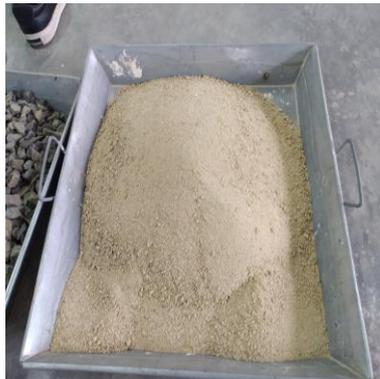
Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah dari Sumber Batu Berkah (SBB), Lampung Selatan. Gambar agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2. Agregat Kasar

3. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan berupa pasir yang berasal dari Gunung Sugih, Lampung Tengah. Gambar agregat halus dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3. Agregat Halus

4. Air

Air yang digunakan berasal dari air yang dijual oleh tempat isi ulang air minum. Gambar air dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4. Air

5. Limbah Beton

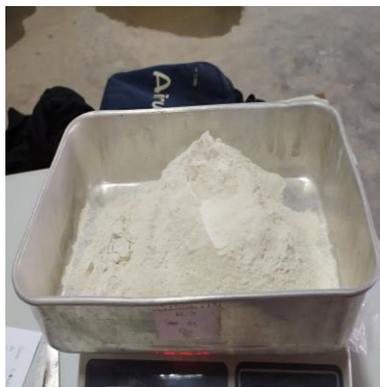
Limbah beton yang digunakan adalah limbah beton hasil dari praktikum teknologi bahan tahun 2019. Gambar limbah beton dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5. Limbah Beton

6. Zeolit

Zeolit yang digunakan adalah hasil tambang yang berada di daerah Lampung. Gambar zeolit dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6. Zeolit

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. Mesin pengetar (*Internal Vibrator*)

Mesin pengetar digunakan untuk memadatkan adukan beton pada saat memasukkan adukan beton ke dalam cetakan. Tujuannya untuk menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal serta menjamin suatu perkatan antara material penyusun beton.

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 adalah palu, sendok semen, mistar, *container*, panci, sarung tangan, dan kompor.

3.5. Variabel penelitian

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton umur 28 hari. Perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Variasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1. Variabel Penelitian

Kode Sampel	Variasi penggunaan Limbah Beton (lb)	Variasi penggunaan Zeolit (Zi)	Jumlah benda uji penelitian
lb 0 Zi 0	0%	0%	3
lb 25 Zi 10	25%	10%	3
lb 50 Zi 15	50%	10%	3
Lb 25 Zi 15	25%	15%	3
lb 50 Zi 15	50%	15%	3
Jumlah Benda Uji (Buah)			15

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 campuran beton, pembuatan beton, perawatan beton (*curing*), pengujian kuat tekan 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, agregat halus, limbah beton, air bersih, dan zeolit. Sedangkan untuk peralatan harus di siapkan dalam kondisi baik.

2. Pemeriksaan Bahan dan Peralatan

Bahan dan peralatan yang akan digunakan harus dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu dan dapat dipastikan dalam, kondisi baik, sesuai standar yang telah ditetapkan agar menghasilkan beton dengan mutu yang baik. Oleh karna itu dilakukan pemeriksaan terhadap bahan dan peralatann tersebut. Pemeriksaan tersebut antara lain :

a. Semen

1. Percobaan waktu ikat semen ASTM (191-08)..
2. Pemeriksaan tanggal produksi semen untuk mengetahui lamanya penyimpanan semen sebelum dibeli.
3. Tidak ada gumpalan atau semen padat.
4. Semen yang masih baik akan mengapung/mengambang sejenak sebelum mengendap saat ditabur diatas permukaan air.

b. Agregat Halus

1. Pemeriksaan kadar air (ASTM C-566)
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus (ASTM C 128-97)
3. Analisis saringan (ASTM C 136-96)
4. Pemeriksaan kadar lumpur (ASTM C 117-95)
5. Pemeriksaan kandungan zat organik (ASTM C 40-99)

6. Pemeriksaan berat volume agregat halus (ASTM C 29/C 29 M-97)
- c. 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)
 - d. Air

Pemeriksaan pada air dilakukan dengan cara visual/kasat mata yaitu air harus tampak jernih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan tidak berbau agar tidak mempengaruhi kualitas beton.
 - e. Limbah beton
 1. Penyimpanan limbah beton di dalam ruangan.
 2. Metode penghancuran limbah beton, penghancuran limbah beton dilakukan dengan menggunakan martil/palu.
 3. Penentuan ukuran lolos saringan agregat kasar. Hal ini penting dilakukan karena limbah beton digunakan sebagai pengganti dari agregat kasar pada beton.
 - f. Zeolit
 1. Pemeriksaan berat jenis zeolit
 2. Pengecekan zeolit dengan visual.
 - g. 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 SNI 03-2834-2000 mengenai Tata Cara Pembuatan Campuran untuk Beton Normal.

Kuat tekan beton rencana adalah 25 Mpa dengan nilai *slump* rencana 100 mm. Ukuran agregat kasar maksimum adalah 20 mm.

Langkah-langkah perencanaan campuran beton dengan metode SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kuat tekan rencana
2. Menghitung deviasi standar.
3. Mengitung nilai tambah (M).
4. Menghitung kuat tekan rata-rata.
5. Menetapkan konsistensi beton dengan *slump* rencana.

Tabel 3. 2. Nilai *Slump* untuk Berbagai Jenis Kontruksi

Uraian	<i>Slump</i> (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi, dan pondasi telapak bertulang.	80	25
Kaison dan konstruksi di bawah tanah	80	25
Pelat, balok, kolom, dan dinding	100	25
Perkerasan Jalan	80	25
Pembetonan massal	50	25

Sumber : SNI-03-2834-2000

6. Menentukan ukuran maksimum agregat kasar sesuai dengan kegunaan struktur, yaitu persyaratan dimensi penampang dan jarak tulangan.
7. Berdasarkan nilai *slump* dan ukuran agregat maksimum, maka ditentukan berat air yang dibutuhkan dalam 1 m³. Penentuan berat air berdasarkan persentase udara yang terperangkap.
8. Menentukan faktor air semen (fas) dengan cara membaca grafik.
9. Menghitung berat semen dengan cara membagi berat air dengan faktor air semen.
10. Menentukan berat jenis relative agregat.
11. Menentukan berat is beton dengan menggunakan grafik.
12. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
13. Menghitung kadar agregat halus yang besar nya adalah hasil kali persen pasir dengan agregat gabungan.

14. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus.
15. Maka didapatkan susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton.
16. Menghitung berat agregat daur ulang (limbah beton) yang dibutuhkan dengan cara mengkalikan perseentase agregat daur ulang (limbah beton) yang digunakan dengan berat agregat kasar dari perhitungan yang telah didapatkan.
17. Menghitung berat zeolit yang dibutuhkan dengan cara mengkalikan perseentase zeolit yang digunakan dengan berat semen dari perhitungan yang telah didapatkan.

3.8. Perhitungan Campuran Beton

Perhitungan komposisi campuran beton (*mix design*) mengacu pada peraturan SNI 03-2834-2000 mengenai Tata Cara Pembuatan Campuran untuk Beton Normal. Kuat tekan beton rencana adalah 25 Mpa dengan nilai *slump* rencana 100 mm. Ukuran agregat kasar maksimum adalah 20 mm. Berikut hasil dari perencanaan dari campuran beton dapat dilihat pada Table 3.3.

Tabel 3. 3. Perhitungan Campuran Beton Berdasarkan SNI 03-2834-2000

No	Uraian	Tabel/grafik/perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan rencana	ditetapkan	25 Mpa
2	Deviiasi Standar	Butir 4.3.2.1.1)	1,25 Mpa
3	Nilai tambah (M)	butir 4.2.3.1.2)	1,64 x 1,25 = 2,05
4	Kekuatan rata rata yang ditargetkan	butir 4.2.3.1.3)	25 + 2,05 = 27,05 Mpa
5	Jenis Semen	ditetapkan	Semen portland tipe I
6	jenis agregat kasar		batu pecah
	halus		pasir murni
7	faktor air semen	Tabel 2 grafik 1	0.425
8	faktor air semen maksimum	butir 4.2.3.2. 2)	
9	Slump	ditetapkan Butir 4.2.3.3	100 mm
10	ukuran agregat maksimum	ditetapkan butir 4.2.3.4	20 mm
11	kadar air bebas	tabel 3	195 kg/m ³

		butir 4.2.3.4	
12	Jumlah semen	11 : 8 atau 7	447.058
13	jumlah semen maksimum	ditetapkan	
14	jumlah semen minimum	ditetapkan	275
		butir 4.2.3.2	0.6
		tabel 4,5, dan 6	
15	faktor air semen yang disesuaikan		0.425
16	susunan besar butir agregat halus	grafik 3 s/d 6	
17	susunan agregat kasar atau gabungan	grafik 7, 8, dan 9	
		tabel 7	
		grafik 10, 11, dan 12	
18	persen agregat halus	grafik 13 s/d 15	35%
19	berat jenis relative, agregat	diketahui/dianggap	2.7
20	berat isi beton	grafik 16	2360
21	kadar agregat halus	20-(12+11)	1722.94 kg/m ³
22	kadar agregat kasar	18 x 21	603.03 kg/m ³
23	proporsi campuran	21-22	1119.9 kg/m ³

3.9. Pembuatan Beton

Langkah-langkah pembuatan beton adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bahan-bahan yang dibutuhkan

Menimbang 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, sedangkan pasir menggunakan ayakan diameter 4,75 mm. Persiapan bahan dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7. Persiapan Bahan

2. Pencampuran beton

Bahan-bahan yang telah ditimbang sebelumnya sesuai dengan komposisi yang telah direncanakan maka selanjutnya yaitu pencampuran beton dengan melakukan pencampuran bahan secara bertaha-tahap. Pengadukan campuran beton dilakukan satu kali untuk setiap variasi campuran. Pencampuran beton dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8. Pencampuran Beton

3. Pengujian *Slump Test*

Pengujian *slump test* bertujuan untuk mengetahui konsistensi (kekentalan adukan beton) pada adukan beton yang masih segar. Cara kerja pada pengujian nilai *slump* adalah menggunakan kerucut abrams yang diletakan pada tilam pelat baja. Adukan beton segar dimasukan kedalam kerucut sampai mengisi 1/3 dari tinggi kerucut lalu dilakukan pepadatan 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. Masukan beton segar dan ratakan permukaan atas pada kerucut. Setelah 30 detik, 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. Pengujian *slump test* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9. Pengujian *Slump Test*

4. Pencetakan beton

Proses pencetakan beton dengan cara memasukan adukan beton segar kedalam cetakan silinder yang telah dipersiapkan. Dalam proses memasukan 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 pematian pada setiap lapisan berupa ditumbuk sebanyak 25 kali menggunakan tongkat besi. Pencetakan beton dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10. Pencetakan Beton

5. Pematian adukan beton

Pematian adukan beton dengan dua cara, yaitu :

- a. Pematian dengan menggunakan alat internal vibrator berupa tongkat besi yang ditumbuk kedalam adukan beton.
- b. Pematian eksternal dengan cara mengetarkan cetakan beton silinder secara manual, yaitu memukul sisi luar cetakan silinder dengan palu karat.

Pematian adukan dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 11. Pemadatan Adukan Beton

6. Pelepasan beton dari cetakan

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

3.10. 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 camouran beton.

3.11. Pengujian Beton

Pengujian yang dilakukan pada beton dalam penelitian ini dengan pengujian kuat tekan 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 itum 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)

3.12. Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil dari penelitian ini dilakukan dengan cara :

1. Menghitung kuat tekan beton 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 dengan komposisi material limbah beton yang bervariasi dalam bentuk grafik.
3. Mengetahuin ada tidaknya pengaruh dari variable yang digunakan terhadap kuat tekan dengan komposisi material zeolit yang bervariasi dalam bentuk grafik.

3.13. Diagram Pengerjaan Penelitian

