

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Tinjauan Umum

Dalam suatu penelitian agar pelaksanaan penelitian dan tujuan yang diinginkan dapat berjalan secara sistematis dan lancar, maka harus digunakan suatu metode penelitian. Metode penelitian yang digunakan disesuaikan dengan prosedur, alat dan jenis penelitian.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji berupa *paving block* untuk uji desak dan geser dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm dan tinggi = 7 cm. Variasi penggunaan *spent catalyst* sebagai pengganti sebagian semen (PC) direncanakan 5 variasi yaitu tanpa *spent catalyst* (SC), (10% SC : 90% PC), (15% SC : 85% PC), (20% SC : 80% PC) dan (25% SC : 75% PC), dengan jumlah benda uji setiap variasi 5 buah, pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Sebagai perbandingan kuat tekan dan kuat geser *paving block* dibuat sampel *paving block* dengan bahan tambah abu batu dengan persentase penambahan, jumlah dan umur pengujian yang sama.

4.2 Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan harus dipersiapkan terlebih dahulu supaya pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan baik .

4.2.1 Bahan Susun

Bahan penyusun *paving block* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. semen yang dipakai adalah *Portland cement* tipe I dengan merk Gresik kemasan 40 kg /zak,
2. agregat halus (pasir) yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 5 mm,
3. agregat kasar (kerikil) yang digunakan mempunyai ukuran maksimal 2 cm,
4. air berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia,
5. menggunakan *spent catalyst* dari *Residue Catalitic Cracking* (RCC) Unit 15 Pertamina UP VI Balongan

4.2.2 Peralatan

Peralatan yang dimaksud disini adalah peralatan yang digunakan untuk persiapan, pembuatan dan pengujian benda uji. Adapun peralatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Mesin uji desak dan geser	Uji desak dan geser beton
2	Cetok	Memasukan adukan beton
3	Cetakan <i>paving block</i>	Tempat mencetak benda uji
4	Timbangan	Menimbang bahan adukan
5	Gelas ukur	Menakar air
6	Ayakan	Menyaring agregat kasar dan halus
7	Ember	Menampung agregat kasar dan halus
8	Kaliper dan jangka Sorong	Mengukur benda uji
9	Sekop	Mengaduk agregat

4.3 Pemeriksaan Material yang Akan Digunakan

4.3.1 Analisis Gradasi Pasir (Modulus Halus Butir)

Analisis gradasi pasir mempunyai tujuan untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah prosentasi butiran halus (pasir). Adapun cara pelaksanaan analisis gradasi pasir adalah sebagai berikut :

1. menyiapkan pasir yang akan diuji, kemudian masukkan pasir kedalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat pasir tetap,
2. ayakan disusun berturut-turut dari atas ke bawah adalah 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,6mm, 0,3mm dan 0,15mm,
3. pasir yang sudah dingin dimasukkan ke dalam ayakan bagian paling atas,
4. ayakan yang sudah terisi pasir ditempatkan pada mesin pengayak kemudian mesin dihidupkan selama ± 15 menit, dan
5. mesin dimatikan, pasir pada masing-masing ayakan ditimbang.

4.3.2 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Pada Pasir

Tujuan dari pemeriksaan kandungan lumpur adalah untuk mengetahui besarnya kandungan Lumpur dalam pasir yang akan digunakan sebagai campuran adukan *paving block*, pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Cara pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir adalah sebagai berikut :

1. siapkan pasir secukupnya untuk di oven selama ± 36 jam dengan suhu 105°C ,
2. pasir diambil kemudian ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukkan kedalam gelas ukur 250 cc,
3. gelas ukur diisi air sampai ketinggian 12 cm dari permukaan pasir,
4. gelas ukur ditutup rapat dan dikocok sampai air menjadi keruh,
5. biarkan selama 1 menit kemudian air dibuang secara perlahan-lahan dan jangan sampai pasir ikut terbang,
6. mengulangi pekerjaan pada tahap 3, 4 dan 5 hingga airnya menjadi jernih,
7. pindahkan pasir dari gelas ukur ke dalam piring, kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 105°C selama ± 36 jam, dan
8. pasir dikeluarkan, biarkan sampai dingin dan ditimbang.

4.4 Model Benda Uji

4.4.1 Model Benda Uji Untuk Uji Desak

Untuk uji desak digunakan *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm dan tinggi = 7 cm, masing-masing variasi dibuat sebanyak 5 buah dengan perincian sebagai berikut :

1. *paving block* dengan penambahan *spent catalyst* sebagai pengganti sebagian semen
 - a. benda uji dengan kode A1 merupakan benda uji standar (tanpa campuran *spent catalyst*),
 - b. benda uji dengan kode A2 dengan variasi 10% SC : 90% PC,
 - c. benda uji dengan kode A3 dengan variasi 15% SC : 85% PC,
 - d. benda uji dengan kode A4 dengan variasi 20% SC : 80% PC,
 - e. benda uji dengan kode A5 dengan variasi 25% SC : 75% PC.
2. *paving block* dengan penambahan abu batu sebagai pengganti sebagian semen
 - a. benda uji dengan kode B2 dengan variasi 10% AB : 90% PC,
 - b. benda uji dengan kode B3 dengan variasi 15% AB : 85% PC,
 - c. benda uji dengan kode B4 dengan variasi 20% AB : 80% PC,
 - d. benda uji dengan kode B5 dengan variasi 25% AB : 75% PC.

4.4.2 Model Benda Uji Untuk Uji Geser

Untuk uji geser digunakan *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm dan tinggi = 7cm, masing-masing variasi dibuat sebanyak 5 buah dengan perincian sebagai berikut :

1. *paving block* dengan penambahan *spent catalyst* sebagai pengganti sebagian semen
 - a. benda uji dengan kode C1 merupakan benda uji standar (tanpa campuran *spent catalyst*),
 - b. benda uji dengan kode C2 dengan variasi 10% SC : 90% PC,
 - c. benda uji dengan kode C3 dengan variasi 15% SC : 85% PC,
 - d. benda uji dengan kode C4 dengan variasi 20% SC : 80% PC,
 - e. benda uji dengan kode C5 dengan variasi 25% SC : 75% PC.
2. *paving block* dengan penambahan abu batu sebagai pengganti sebagian semen
 - a. benda uji dengan kode D2 dengan variasi 10% AB : 90% PC,
 - b. benda uji dengan kode D3 dengan variasi 15% AB : 85% PC,
 - c. benda uji dengan kode D4 dengan variasi 20% AB : 80%PC,
 - d. benda uji dengan kode D5 dengan variasi 25% AB : 75% PC.

4.5 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

4.5.1 Pembuatan benda Uji

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. mempersiapkan bahan dan alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji,
2. menimbang bahan sesuai dengan perencanaan perhitungan campuran */mix design*,
3. mencampur bahan-bahan yang sudah ditimbang dalam keadaan kering sampai adukan menjadi homogen,
4. adukan diberi air sedikit demi sedikit, kemudian diaduk menggunakan sekop sampai campuran merata,
5. adukan dimasukkan kedalam cetakan, kemudian di tekan dengan alat cetak *paving block*,
6. *paving block* yang sudah jadi dilepas dari cetakan kemudian diletakkan pada tempat yang teduh atau tidak terkena sinar matahari langsung.

4.5.2 Perawatan Benda Uji

Perawatan *paving block* bertujuan untuk menjaga kelembabannya, sehingga proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Pada penelitian ini perawatan *paving block* dilakukan dengan cara menyiram *paving block* selama 28 hari Secara periodik sebanyak 3 kali sehari .

4.6 Pengujian Benda Uji

4.6.1 Uji Desak *Paving Block*

Pengujian kuat desak dilakukan untuk mengetahui kuat desak optimal *paving block*. Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. benda uji diambil dari tempat penyiraman ke tempat pengujian
2. kotoran yang menempel pada benda uji dibersihkan menggunakan kain,
3. menimbang benda uji,
4. mengukur dimensi benda uji,
5. benda uji diletakkan di atas alat uji secara sentris,
6. mesin dihidupkan dengan beban bertingkat dengan kecepatan beban tertentu,
7. pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi.

4.6.2 Uji Geser *Paving Block*

Pengujian kuat geser dilakukan untuk mengetahui tegangan geser optimal *paving block*. Untuk tahap pengujian melalui langkah-langkah sebagai berikut :

1. benda uji diambil dari tempat penyiraman ke tempat pengujian
2. kotoran yang menempel pada benda uji dibersihkan menggunakan kain,
3. menimbang benda uji,
4. mengukur dimensi benda uji,
5. benda uji diletakkan di atas alat uji secara sentris,
6. mesin dihidupkan dengan beban bertingkat dengan kecepatan beban tertentu,

7. pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi.

4.7 Perhitungan campuran paving block (mix design)

Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran ini menggunakan metode DOE (*Department of Environment*), yaitu :

$f'c$	= 20 MPa
Jenis semen	= jenis I
Jenis Kerikil	= alami
Ukuran maksimum kerikil	= 20 mm

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur 28 hari yaitu $f'c = 20$ MPa
2. Penetapan nilai standar deviasi (sd)

Tingkat pengendalian baik, sehingga dari tabel 3.5 didapat nilai deviasi standar = 4,2

3. Perhitungan nilai tambah (M)

$$\begin{aligned}
 M &= K \times sd \\
 &= 1,64 \times 4,2 \\
 &= 6,9
 \end{aligned}$$

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tekan rata-rata } f'cr &= f'c + M \\
 &= 20 + 6,9 = 26,9 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

5. Menetapkan jenis semen

Digunakan semen jenis I

6. Menetapkan jenis agregat (pasir dan kerikil)

Digunakan jenis agregat alami

7. Menetapkan faktor air semen (fas)

Berdasarkan Gambar 3.1 didapatkan nilai fas = 0,56

8. Menetapkan nilai slump

Nilai slump diambil = 0 cm

9. Menetapkan ukuran besar agregat maksimum

Agregat maksimum yang digunakan = 20 mm

10. Menetapkan kebutuhan air (A)

Dari tabel 3.7 didapatkan kebutuhan air (A) = 135 liter/m³

11. Menentukan kebutuhan semen

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan semen} &= \frac{\text{air}}{\text{faktorairsemen}} \\ &= \frac{135}{0.56} \\ &= 242 \text{ kg} \end{aligned}$$

12. Menetapkan kebutuhan semen minimum

Berdasarkan tabel 3.10 didapatkan kebutuhan semen minimum = 325 kg

13. Menetapkan kebutuhan semen yang sesuai

Diambil nilai yang terbesar = 325 kg



14. Penyesuaian jumlah air atau fas

Nilai fas yang baru dapat diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Fas} &= \frac{\text{kebutuhanair}}{\text{kebutuhansemen}} \\ &= \frac{135}{325} \\ &= 0.42 \end{aligned}$$

Nilai fas yang baru = 0.42

15. Menentukan golongan pasir

Berdasarkan tabel 3.11 pasir yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam daerah (golongan) III

16. Menentukan pasir terhadap campuran

Berdasarkan gambar 3.3 diperoleh perbandingan pasir terhadap campuran agregat = 26 % dari campuran agregat

17. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil

$$\text{Berat jenis agregat campuran} = (26/100).2,538 + (74/100).2,634 = 2,6$$

18. Menentukan berat jenis beton

Dari gambar 3.4 diperoleh berat jenis beton = 2,425 t/m³

19. Menentukan kebutuhan pasir dan kerikil

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan agregat} &= \text{Berat jenis beton} - (\text{keb.air} + \text{keb. Semen}) \\ &= 2425 - (135 + 325) \\ &= 1965 \text{ kg} \end{aligned}$$

20. Menentukan kebutuhan pasir

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan pasir} &= \% \text{ pasir terhadap campuran} \times \text{kebutuhan agregat} \\
 &= 26 \% \times 1965 \\
 &= 510,9 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

21. Menentukan kebutuhan kerikil

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan kerikil} &= \text{kebutuhan agregat} - \text{kebutuhan pasir} \\
 &= 1965 - 510,9 \\
 &= 1454,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Kebutuhan untuk 1 m³ diperlukan :

Air = 135 liter

Pasir = 510,9 kg

Kerikil = 1454,1 kg

Semen = 325 kg

Kebutuhan untuk 0.0014 m³ diperlukan :

Air = 0,189 liter

Pasir = 0,715 kg

Kerikil = 2,036 kg

Semen = 0,455 kg

Untuk uji desak dan uji geser dengan bahan tambah *spent catalyst* dan abu batu sebagai pengganti sebagian semen digunakan *paving block* dengan ukuran panjang = 20 cm, lebar = 10 cm dan tinggi = 7 cm, dengan volume = 0.0014 m³, masing-masing variasi dibuat sebanyak 5 buah dengan perincian seperti pada Tabel 4.2 s/d Tabel 4.5.

Tabel 4.2 Kebutuhan bahan susun *paving block* untuk uji desak dengan bahan tambah *spent catalyst* sebagai pengganti sebagian semen

Kode	%	Semen (kg)	<i>Spent Catalyst</i> (kg)	Pasir (kg)	Air (liter)	Kerikil (kg)
A ₁	0	0,455	0	0,715	0,189	2,036
A ₂	10	0,409	0,046	0,715	0,189	2,036
A ₃	15	0,387	0,068	0,715	0,189	2,036
A ₄	20	0,364	0,091	0,715	0,189	2,036
A ₅	25	0,341	0,114	0,715	0,189	2,036

Tabel 4.3 Kebutuhan bahan susun *paving block* untuk uji desak dengan bahan tambah abu batu sebagai pengganti sebagian semen

Kode	%	Semen (kg)	Abu batu (kg)	Pasir (kg)	Air (liter)	Kerikil (kg)
B ₂	10	0,409	0,046	0,715	0,189	2,036
B ₃	15	0,387	0,068	0,715	0,189	2,036
B ₄	20	0,364	0,091	0,715	0,189	2,036
B ₅	25	0,341	0,114	0,715	0,189	2,036

Tabel 4.4 Kebutuhan bahan susun *paving block* untuk uji tegangan geser dengan bahan tambah *spent catalyst* sebagai pengganti sebagian semen

Kode	%	Semen (kg)	<i>Spent Catalyst</i> (kg)	Pasir (kg)	Air (liter)	Kerikil (kg)
C ₁	0	0,455	0	0,715	0,189	2,036
C ₂	10	0,409	0,046	0,715	0,189	2,036
C ₃	15	0,387	0,068	0,715	0,189	2,036
C ₄	20	0,364	0,091	0,715	0,189	2,036
C ₅	25	0,341	0,114	0,715	0,189	2,036

Tabel 4.5 Kebutuhan bahan susun *paving block* untuk uji tegangan geser dengan bahan tambah abu batu sebagai pengganti sebagian semen

Kode	%	Semen (kg)	Abu batu (kg)	Pasir (kg)	Air (liter)	Kerikil (kg)
D ₂	10	0,409	0,046	0,715	0,189	2,036
D ₃	15	0,387	0,068	0,715	0,189	2,036
D ₄	20	0,364	0,091	0,715	0,189	2,036
D ₅	25	0,341	0,114	0,715	0,189	2,036