

BAB III

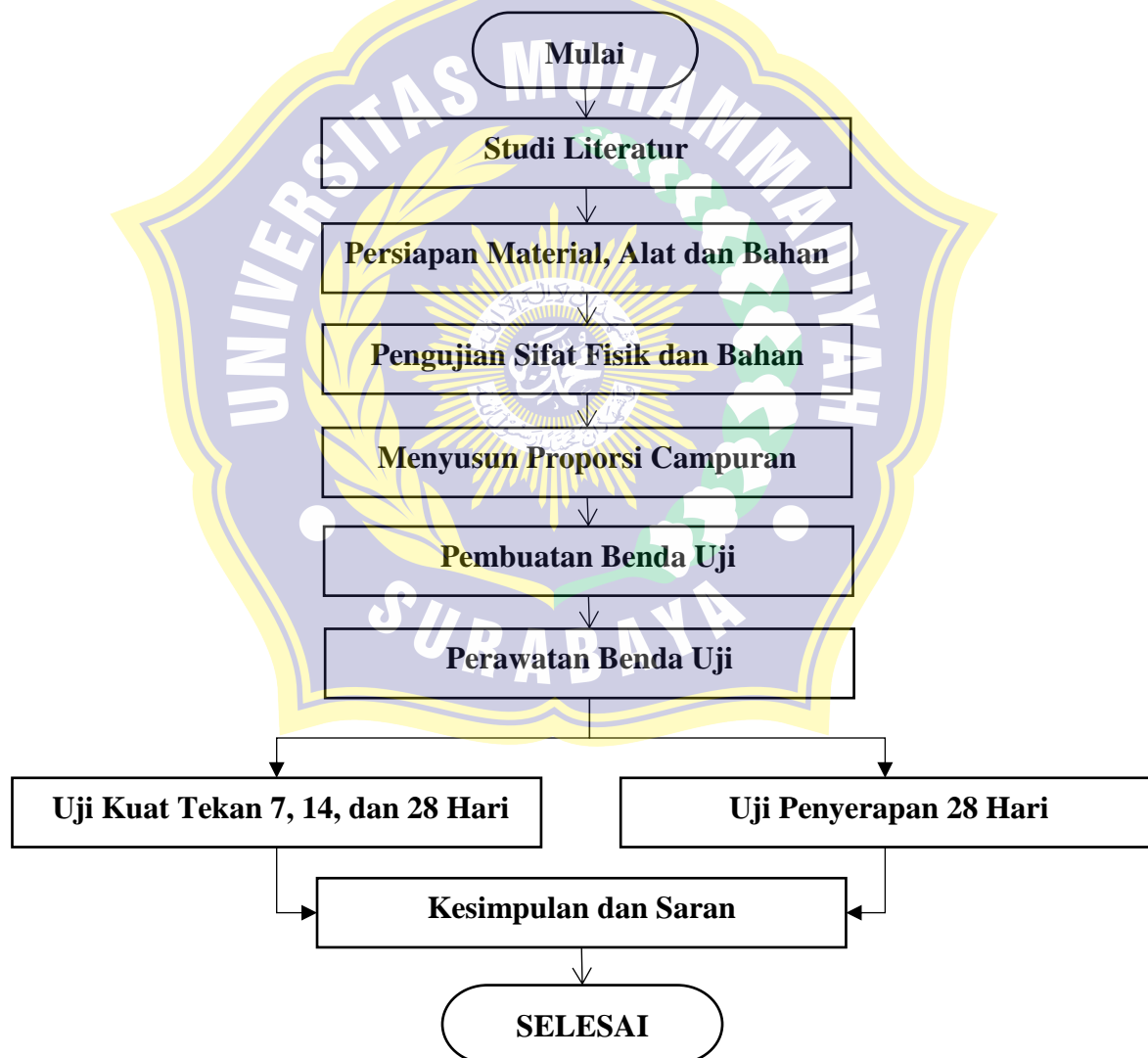
METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Pada bab ini akan disajikan metode yang digunakan dalam penyelesaian penelitian yang memiliki tahapan untuk mengumpulkan data, mengetahui hasil dari penelitian. Dengan cara mengambil, menganalisis, dan mengidentifikasi yang akan diteliti. Metode ini berfungsi agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan lancar sesuai keinginan.

3.2 Diagram Alir

Secara garis besar tahapan yang ditempuh dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.3 Studi Literatur

Studi literatur adalah metode yang digunakan untuk mengumpulkan informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang terjadi dalam objek penelitian, dilakukannya studi literatur adalah untuk memperoleh pemahaman yang lebih spesifik terkait dengan penelitian yang dilakukan. Informasi ini bisa didapatkan melalui buku, jurnal, artikel, maupun penelitian sebelumnya serta literatur lain yang berkaitan dengan penelitian.

3.4 Persiapan Material Alat dan Bahan

3.4.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Pasir

Pasir yang digunakan untuk penelitian ini menggunakan pasir Lumajang yang lolos pada ayakan nomor 4,75 mm. (Gambar 3.2).



Gambar 3. 2 Pasir

2. Abu Batu

Abu batu yang digunakan merupakan hasil limbah dari mesin penghancur batu (*stone crusher*) yang berasal dari Desa Pakong, Kecamatan Pakong, Kabupaten Pamekasan. (Gambar 3.3).



Gambar 3. 3 Abu Batu

3. Semen

Semen yang digunakan pada pembuatan *paving block* adalah semen gresik. (Gambar 3.4).



Gambar 3. 4 Semen Gresik

4. Air

Air yang digunakan merupakan air yang di ambil dari Universitas Muhammadiyah Surabaya.

3.4.2 Peralatan Penelitian

Sebagai persyaratan dan prosedur penelitian dibutuhkan pengumpulan data dengan tujuan agar dapat data yang akurat. Dalam pengumpulan data diperlukan juga alat alat pendukung yang digunakan untuk pengumpulan.

1. Saringan Ayakan

Ayakan digunakan untuk memeriksa gradasi pasir. Susunan lubang untuk ayakan pasir berturut-turut dimulai dari 12,00 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,60 mm, 0,30 mm; 0,15 mm; serta dilengkapi dengan tutup. (Gambar 3.5).



Gambar 3. 5 Saringan Ayakan

2. Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur panjang, tinggi, serta lebar pada *paving block*. (Gambar 3.6).



Gambar 3. 6 Penggaris

3. Timbangan Digital

Timbangan digunakan untuk mengukur berat suatu benda. Pada penelitian ini timbangan digunakan untuk menimbang bahan material pembuatan *paving block* seperti semen pasir, abu batu agar bahan yang sudah disiapkan tidak meleset. (Gambar 3.7).



Gambar 3. 7 Timbangan Digital

4. Wadah

Digunakan untuk tempat bahan-bahan yang diperlukan, seperti pasir dan abu batu. (Gambar 3.8).



Gambar 3. 8 Wadah

5. Sendok Semen

Sendok semen digunakan untuk mengambil, memindahkan, dan menggabungkan bahan. Selain itu sendok semen juga dapat digunakan untuk memasukkan dan meratakan bahan didalam cetakan. (Gambar 3.9).



Gambar 3. 9 Sendok Semen

6. Ember

Ember digunakan untuk tempat bahan yang sudah di timbang sebelumnya untuk pembuatan *paving block*.(Gambar 3.10).



Gambar 3. 10 Ember

7. Mesin Molen

Mesin molen (*concrete mixer*) digunakan untuk mencampurkan semua bahan pembuatan *paving block* agar bisa tercampur dengan merata.(Gambar 3.11).



Gambar 3. 11 Mesin Molen

8. Cetakan *Paving Block*

Cetakan *paving block* memiliki dimensi 21 cm x 10 cm x 6 cm berbentuk persegi panjang dengan menggunakan alat press hidrolik sebagai pemadatannya. (Gambar 3.12).



Gambar 3. 12 Cetakan Paving Block

9. CCM (*Concrete Comperession Mechine*)

Alat yang digunakan untuk pengujian pada kuat tekan *paving block*. (Gambar 3.13).



Gambar 3. 13 CCM (*Concrete Comperession Mechine*)

3.5 Pengujian Sifat Fisik Bahan

Tahap pada pengujian sifat fisik bahan dalam penelitian ini memiliki peran penting untuk mengetahui karakter dari bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *paving block* dengan campuran abu batu sebagai bahan tambah. Dalam pengujian ini yang akan diteliti yaitu agregat halus dan abu batu. Berikut adalah langkah-langkah pengujian yang akan dilakukan.

3.5.1 Pasir

Pada penelitian ini pasir akan dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian saringan agregat halus, berat jenis, kadar air, dan kadar lumpur pada pasir, dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Pengujian Saringan Agregat halus

Dalam pengujian ini bertujuan untuk mengetahui diameter pasir yang akan digunakan pada pembuatan *paving block*, untuk pengujian ini dilakukan dengan cara menggunakan ayakan saringan yang lolos nomor 4 adalah 4,75 mm.

2. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Menurut SNI 1970-2008, maksud dan tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, dan angka penyerapan dari agregat halus. Berikut langkah-langkah pengujiannya.

- Menimbang pasir SSD seberat 500 gram dan menimbang air sebanyak 500 gram.
- Setelah itu masukkan pasir ke dalam piknometer dan masukkan air sampai batas bacaan piknometer.
- Tutup piknometer dan goyangkan sampai tidak ada gelembung di dalam piknometer. Tambahkan air lagi ke piknometer sampai batas bacaan.
- Timbang piknometer yang berisi air dan pasir. Keluarkan pasir dari piknometer ke dalam wadah.
- Lalu masukkan ke dalam oven pada suhu $\pm 110^\circ\text{C}$ selama ± 24 jam.
- Keluarkan dari oven, setelah itu diamkan sampai dingin lalu timbang.
- Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{(B + Bj - Bt)} \quad (1.1)$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh} = \frac{Bj}{(B + Bj - Bt)} \quad (1.2)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \quad (1.3)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (1.4)$$

Dimana :

- Bj = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram
Bk = berat contoh kering oven (gram)
B = berat piknometer diisi air pada 25°C (gram)
Bt = berat jenis piknometer + contoh SSD + air (25°C)

3. Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Menurut SNI 1971-2011, maksud dan tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air dan memperoleh angka persentase kadar air yang dikandung oleh agregat halus. Berikut langkah-langkah pengujiannya.

- Menimbang agregat halus seberat sebesar 500 gram.
- Lalu oven pada suhu $\pm 110^\circ\text{C}$ selama ± 24 jam.
- Keluarkan dari oven, setelah itu diamkan sampai dingin lalu timbang.
- Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\% \quad (1.5)$$

Dimana :

- W_3 = berat contoh semula (gram)
 W_5 = berat contoh kering (gram)

4. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Menurut SNI 03-4428-1997 maksud dan tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) dan untuk memperoleh persentase jumlah bahan dalam agregat halus dengan cara pencucian. Berikut langkah-langkah pengujiannya.

- Menimbang agregat halus sebanyak 500 gram.
- Setelah itu tuangkan dalam saringan dan cuci sampai bersih jangan ada agregat halus yang terjatuh.
- Tuangkan ke dalam wadah lalu masukkan ke oven pada suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.
- Keluarkan dari oven, diamkan sampai dingin lalu timbang.
- Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Berat kering benda uji awal } W_3 = W_1 - W_2 \quad (1.6)$$

$$\text{Berat kering benda uji sesudah pencucian } W_5 = W_4 - W_2 \quad (1.7)$$

$$\text{Bahan lolos saringan No. 200 (0,0075 mm) } W_6 = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\% \quad (1.8)$$

Dimana :

- W_1 = berat kering benda uji + wadah (gram)
 W_2 = berat wadah (gram)
 W_3 = berat kering benda uji awal (gram)
 W_4 = berat kering benda uji sesudah pencucian + wadah (gram)
 W_5 = berat kering benda uji sesudah pencucian (gram)
 W_6 = % bahan lolos saringan No. 200 (0,075)

3.5.2 Abu Batu

Pada penelitian ini abu batu digunakan untuk bahan campuran pembuatan *paving block* dengan persentase 0%, 10%, 20%, 30% yang diperoleh dari Desa Pakong, Kecamatan Pakong, Kabupaten Pamekasan. Abu batu akan dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian berat jenis, pengujian kadar air, serta pengujian kadar lumpur. Berikut penjelasan dari masing-masing pengujiannya.

1. Pengujian Berat Jenis Abu Batu

Menurut SNI 1970-2008, maksud dan tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, dan angka penyerapan. Berikut langkah-langkah pengujiannya.

- Menimbang abu batu SSD seberat 500 gram dan menimbang air sebanyak 500 gram.
- Setelah itu masukkan abu batu kedalam piknometer dan masukkan air sampai batas bacaan piknometer.
- Tutup piknometer dan goyangkan sampai tidak ada gelembung di dalam piknometer. Tambahkan air lagi ke piknometer sampai batas bacaan.
- Timbang piknometer yang berisi air dan pasir. Keluarkan abu batu dari piknometer ke wadah.

- e) Lalu oven pada suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.
- f) Keluarkan dari oven, setelah itu diamkan sampai dingin lalu timbang.
- g) Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{(B + Bj - Bt)} \quad (1.9)$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh} = \frac{Bj}{(B + Bj - Bt)} \quad (1.10)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \quad (1.11)$$

Dimana :

- Bj = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram
 Bk = berat contoh kering oven (gram)
 B = berat piknometer diisi air pada 25°C (gram)
 Bt = berat jenis piknometer + contoh SSD + air (25°C)

2. Pengujian Kadar Air Abu Batu

Maksud dan tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air dan memperoleh angka persentase kadar air yang dikandung oleh abu batu. Berikut langkah-langkah pengujiannya.

- a) Menimbang abu batu seberat 500 gram.
- b) Lalu oven $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.
- c) Keluarkan dari oven, setelah itu diamkan sampai dingin lalu timbang.
- d) Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\% \quad (1.12)$$

Dimana :

- W_3 = berat contoh semula (gram)
 W_5 = berat contoh kering (gram)

3. Pengujian Kadar Lumpur Abu Batu

Maksud dan tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) dan untuk memperoleh persentase jumlah bahan dalam abu batu dengan cara pencucian. Berikut langkah-langkah pengujiannya.

- a) Menimbang abu batu seberat 500 gram.
- b) Setelah itu tuangkan dalam saringan dan cuci sampai bersih jangan ada abu batu yang terjatuh.
- c) Tuangkan dalam wadah lalu masukkan oven pada suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.
- d) Keluarkan dari oven, diamkan sampai dingin lalu timbang.
- e) Hitung hasil penelitian dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Berat kering benda uji awal } W_3 = W_1 - W_2 \quad (1.13)$$

$$\text{Berat kering benda uji sesudah pencucian } W_5 = W_4 - W_2 \quad (1.14)$$

$$\text{Bahan lolos saringan No. 200 (0,0075 mm) } W_6 = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\% \quad (1.15)$$

Dimana :

- W_1 = berat kerinh benda uji + wadah (gram)
- W_2 = berat wadah (gram)
- W_3 = berat kering benda uji awal (gram)
- W_4 = berat kering benda uji sesudah pencucian + wadah (gram)
- W_5 = berat kering benda uji sesudah pencucian (gram)
- W_6 = % bahan lolos saringan No. 200 (0,075)

3.6 Menyusun Proporsi Campuran

Sebelum pembuatan benda uji harus dilakukan rancangan campuran (*Mix Design*) pada tahap ini merencanakan kombinasi *paving block* dengan penambahan abu batu. Perbandingan jumlah proporsi bahan tambah dilakukan dengan persentase 0%, 10%, 20%, 30% pembuatan tiap persentase berjumlah 12 buah jadi total keseluruhan benda uji 48 buah.

Bahan yang digunakan dalam pemebuatan *paving block* menggunakan limbah abu batu adalah sebagai berikut:

1. Semen Portland

Semen portland untuk perbandingan *mix design* campuran 1 : 3 dengan berat rata-rata *paving block* 3000 gram. 1 pc : 3 ps = 100%.

$$\begin{aligned} P_c &= \frac{1}{3+1} \times 100\% \\ &= \frac{1}{4} \times 100\% = 25\% \\ &= 25\% \times 3000 \text{ gram} = 750 \text{ gram} \\ &= 750 \text{ gram} = 0,75 \text{ kg/ benda uji} \\ &= 0,75 \text{ kg} \times 12 \text{ benda uji per cetakan memerlukan} = 9 \text{ kg} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Jadi untuk satu kali cetak memerlukan 9 kg semen dalam pembuatan *paving block*.

2. Pasir

Agregat halus untuk perbandingan *mix design* campuran 1 : 3 dengan berat rata-rata *paving block* 3000 gram. 1 pc : 3 ps = 100%

$$\begin{aligned} P_s &= \frac{3}{3+1} \times 100\% \\ &= \frac{3}{4} \times 100\% = 75\% \\ &= 75\% \times 3000 \text{ gram} = 2250 \text{ gram} \\ &= 2250 \text{ gram} = 2,25 \text{ kg/ benda uji} \\ &= 2,25 \text{ kg} \times 12 \text{ benda uji per cetakan memerlukan} = 27 \text{ kg} \end{aligned} \quad (3.17)$$

3. Abu Batu

Untuk membuat cetakan 12 benda uji memerlukan 27 kg pasir dan 9 kg semen dalam pembuatan *paving block*. Campuran abu batu yang digunakan dalam pembuatan *paving block* yaitu sebanyak 10%, 20%, dan 30% berikut perhitungannya.

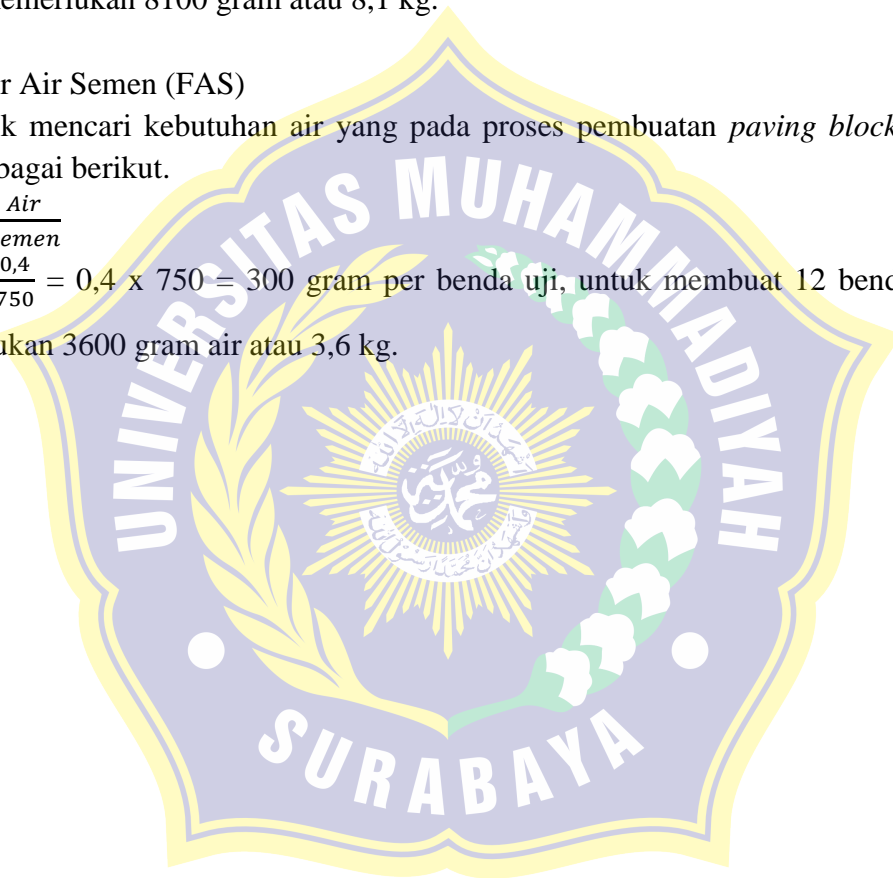
- a. A batu 10% $= \frac{10}{100} \times 2250 = 225 \text{ gram}$ per benda uji, untuk membuat 12 benda uji memerlukan 2700 gram atau 2,7 kg
- b. A Batu 20% $= \frac{20}{100} \times 2250 = 450 \text{ gram}$ per benda uji, untuk membuat 12 benda uji memerlukan 5400 gram atau 5,4 kg
- c. A Batu 30% $= \frac{30}{100} \times 2250 = 675 \text{ gram}$ per benda uji, untuk membuat 12 benda uji memerlukan 8100 gram atau 8,1 kg.

4. Faktor Air Semen (FAS)

Untuk mencari kebutuhan air yang pada proses pembuatan *paving block* menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{FAS} = \frac{\text{Air}}{\text{Semen}} \quad (3.18)$$

$$\text{FAS} = \frac{0,4}{750} = 0,4 \times 750 = 300 \text{ gram per benda uji, untuk membuat 12 benda uji memerlukan 3600 gram air atau 3,6 kg.}$$



3.7 Pembuatan Benda Uji

Dalam pembuatan benda uji semua bahan-bahan yang digunakan dihitung terlebih dahulu dan ditimbang sesuai dengan kebutuhan yang digunakan masing-masing proporsi yaitu agregat halus atau pasir, semen portland, air dan abu batu. Pengujian ini menggunakan perbandingan semen dan pasir 1 pc : 3 ps dengan variasi abu batu sebagai campuran *paving block* sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30%. Setelah semua sudah melalui proses penimbangan kemudian semen, pasir, dan abu batu dicampur dalam keadaan kering kemudian diaduk didalam mesin molen, sedangkan air dicampurkan secara bertahap agar tidak terjadi penggumpalan dan pengadukan dilakukan selama 15 menit. Proses selanjutnya bahan campuran dimasukkan kedalam cetakan *paving block* dalam proses mencetak benda uji menggunakan alat press sehingga pada pengisian tersebut bisa lebih merata. Pada saat melakukan pencetakan juga mempunyai langkah-langkah untuk membuat *paving block* adalah sebagai berikut.

- Olesi oli pada cetakan *paving block* agar mudah pada saat pelepasannya.
- Campuran yang sudah diaduk dimasukkan kedalam cetakan *paving block*.
- Ratakan permukaan adukan hingga merata, usahakan tidak ada rongga.
- Tekan adukan menggunakan alat press hidrolik dengan tekanan sesuai standar 200-300 kg/cm².
- Setelah di press keluarkan *paving block* dengan hati-hati, kemudian biarkan *paving block* di tempat teduh selama ± 24 jam untuk proses setting awal.
- Setelah setting awal, *paving block* direndam di dalam air selama 14-28 hari agar proses hidrasi semen sempurna.
- Setelah umur mencapai target *paving block* bisa diuji kuat tekan.

Pada umur pengujian kuat tekan dan pengujian daya serap air dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini

Tabel 3. 1 Variasi Uji Tekan

Variasi campuran	Uji Kuat Tekan			Daya Serap	Jumlah Sampel
	7 hari	14 hari	28 hari		
0%	3	3	3	3	12
10%	3	3	3	3	12
20%	3	3	3	3	12
30%	3	3	3	3	12
Total					48

Sumber: Pengolahan Data (2025)

3.8 Perawatan Benda Uji

Metode perawatan benda uji mengacu pada SNI 03-0691-1996. Setelah pembuatan sampel benda uji selesai, maka akan dilakukan perawatan (*curing*) untuk menjaga kelembapan *paving block* agar proses hidrasi semen berlangsung optimal. Perawatan ini bertujuan untuk memastikan kuat tekan dan daya tahan *paving block* tercapai sesuai dengan standar mutu. *Paving block* harus dirawat dengan metode perendaman dalam air bersih atau penyiraman rutin selama 14 hari, direkomendasikan 28 hari untuk uji kuat tekan. Hindari dari paparan sinar matahari langsung serta kondisi lingkungan yang kering selama proses perawatan berlangsung.

3.9 Pengujian Benda Uji

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari *paving block* yang sudah berumur 7, 14, 28 hari dari awal pembuatan benda uji. Pengujian pada *paving block* yang dilakukan adalah sebagai berikut.

3.9.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan pada *paving block*. Pengujian ini memiliki langkah-langkah pengujian yang berdasarkan SNI 03-0691-1996 sebagai berikut.

1. Bersihkan terlebih dahulu kotoran yang menempel pada benda uji.
2. Mengukur dimensi dari benda uji menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,1 mm.
3. Menimbang benda uji menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram.
4. Benda uji dimasukkan kedalam alat uji dan berada tepat di tengah dan harus simetris.
5. Mesin di nyalakan untuk memberikan gaya tekanan yang semakin lama semakin meningkat.
6. Pembebanan pada benda uji dilakukan sampai benda uji mengalami kehancuran dan melakukan pencatatan pada beban maksimum saat pengujian.

3.9.2 Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan pada permukaan *paving block* daya serap air terhadap pori pada agregat. Pengujian ini memiliki langkah-langkah pengujian yang berdasarkan SNI 03-0691-1996 sebagai berikut.

1. Melakukan perendaman benda uji dalam bak air hingga jenuh selama 24 jam.
2. Menimbang benda uji menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dalam keadaan basah.
3. Benda uji dimasukkan kedalam oven untuk dikeringkan selama ± 24 jam.
4. Menimbang kembali benda uji dalam keadaan kering setelah di oven
5. Lakukan pada setiap persentase dan catat hasilnya.

3.9.3 Penarikan Kesimpulan

Tahap yang dilakukan setelah melakukan semua pengujian peneliti dapat menyimpulkan berdasarkan data analisis dan pembahasan yang dilakukan. Kesimpulan yang dapat diambil dalam analisa kuat tekan dan daya serap air setelah dilakukan penggantian pasir menggunakan abu batu pada campuran *paving block*.

3.10 Time Schedule Pembuatan Benda Uji

Time schedule pada pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini

Tabel 3. 2 Time Schedule

Nama Kegiatan	Mei				Juni				Juli			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pembuatan Benda uji 0% (12 buah)												
Pembuatan Benda uji 10% (12 buah)												
Pembuatan Benda uji 20% (12 buah)												
Pembuatan Benda uji 30% (12 buah)												
Perawatan Benda Uji												
Pengujian Kuat Tekan umur 7 hari 0% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 7 hari 10% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 7 hari 20% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 7 hari 30% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 14 hari 0% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 14 hari 10% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 14 hari 20% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 14 hari 30% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 28 hari 0% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 28 hari 10% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 28 hari 20% (3 buah)												
Pengujian Kuat Tekan umur 28 hari 30% (3 buah)												
Pengujian Daya Serap Air umur 28 hari 0%, 10%, 20%, 30%												
Analisa Kuat Tekan dan Penyerapan Air												
Penulisan Skripsi												

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)