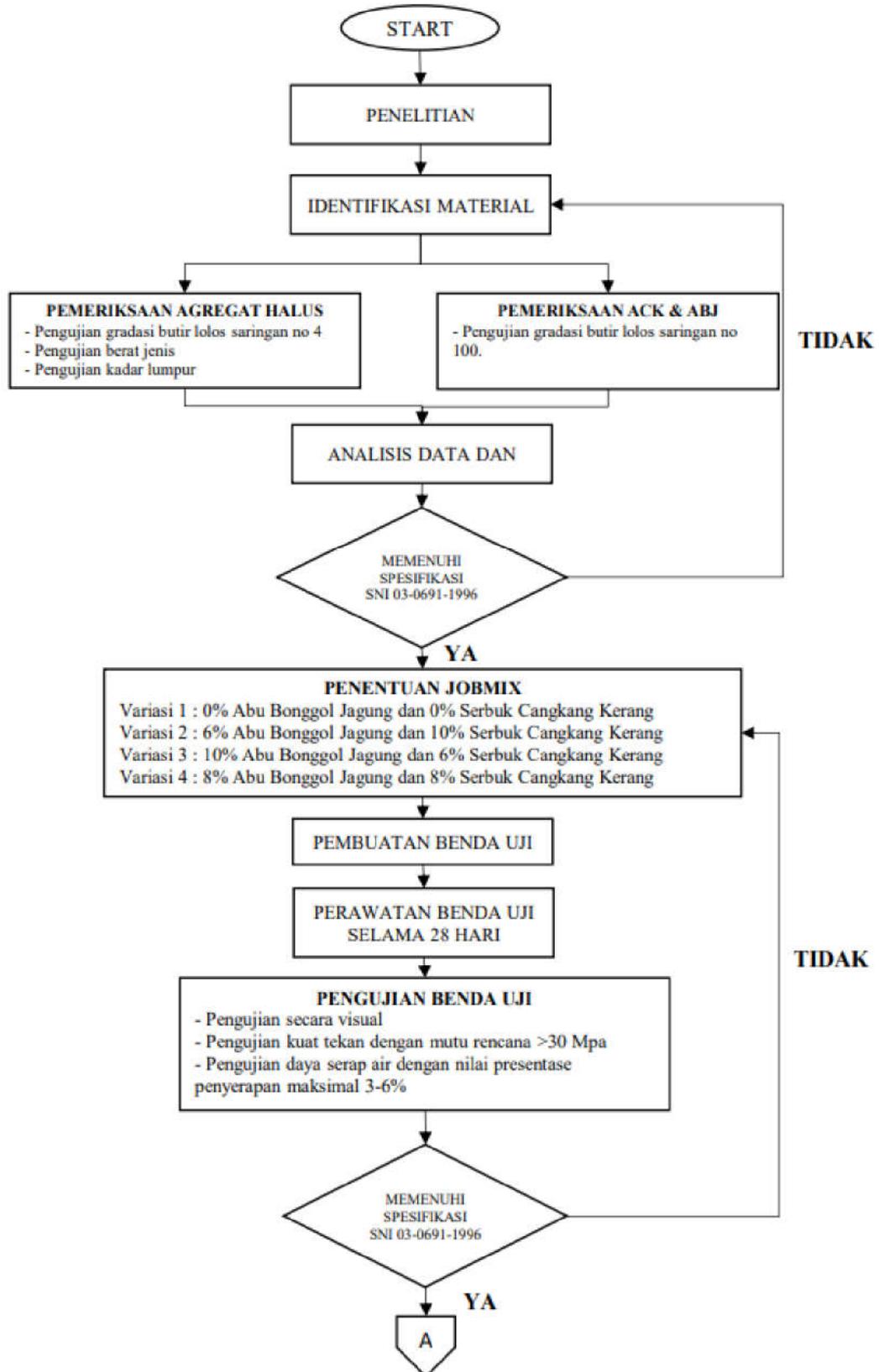


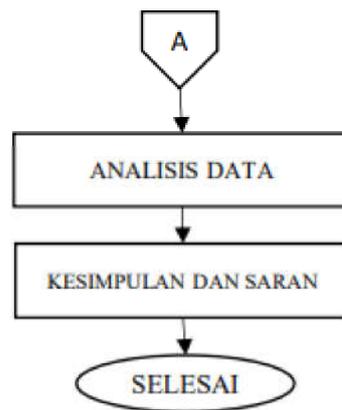
BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan eksperimen untuk memverifikasi hubungan antara hasil yang akan diamati. Penelitian dilaksanakan di Fakultas Vokasi, Laboratorium Konstruksi Bangunan Sipil, Universitas Diponegoro yang terletak di Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah. Pemeriksaan material, uji kuat tekan, dan uji penyerapan air *Paving block* akan dilakukan di lab penelitian ini. Pencetakan dan pemeliharaan mix design akan dilakukan di fasilitas pembuatan *Paving block* terdekat.

3.1 Diagram Alir





3.2 Persiapan Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Penelitian ini membutuhkan peralatan seperti :

1. Timbangan

Menggunakan dua jenis timbangan berupa neraca digital dan neraca ohaus lengan. Timbangan memiliki fungsi untuk menimbang semua bahan yang diperlukan dalam pembuatan *paving block*.



Gambar 3. 1 Neraca Lengan Ohaus

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 2 Timbangan Digital

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Saringan

Satu set saringan dimulai dari diameter 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,08 mm; sampai 0 mm yang digunakan untuk mengayak agregat.



Gambar 3. 3 Satu Set Saringan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Sive shaker

Alat penggetar saringan pada saat uji analisis agregat.



Gambar 3. 4 Sive Shaker

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Oven

Digunakan untuk mengeringkat agregat halus maupun benda uji.



Gambar 3. 5 Oven

Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Picnometer

Digunakan dalam pengujian berat jenis material.



Gambar 3. 6 Picnometer

Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. Gelas Ukur

Digunakan untuk mengukur volume air yang digunakan dalam campuran *paving block*.



Gambar 3. 7 Gelas Ukur

Sumber : Dokumentasi Pribadi

7. Cetakan *paving block*

Berukuran 20x10x6 cm digunakan untuk mencetak *paving block*.



Gambar 3. 8 Cetakan Paving Block

Sumber : Dokumentasi Pribadi

8. Alat uji kuat tekan

Digunakan untuk membaca nilai kuat tekan benda uji.



Gambar 3. 9 Alat Kuat Tekan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

9. Alat pendukung

Alat pendukung seperti sekop, thermometer, meteran, ember, dan lain-lain.

3.2.2 Bahan

1. Air

Air digunakan dalam pembuatan *paving block* untuk memicu reaksi kimia dengan semen sebagai bahan pengikat.

2. Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos ayakan saringan no. 4 yang digunakan sebagai material penyusun *paving block*.

3. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe PCC dan berfungsi

untuk mengeraskan campuran bahan lain sehingga membentuk struktur yang kaku dan tahan lama.



Gambar 3. 10 Semen Gresik

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Bahan Tambahan

Bahan tambahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah abu bonggol jagung dan cangkang kerang darah sebagai bahan substitusi parsial semen. Agar menjadi abu, bonggol jagung dibakar terlebih dahulu pada temperature 650°C - 800°C . Sedangkan untuk cangkang kerang sendiri langsung ditumbuk sampai menjadi serbuk.



Gambar 3. 11 Abu Bonggol Jagung

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 12 Serbuk Cangkang Kerang

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.2 Pengujian Material

A. Uji Kadar Air

Tujuan pengujian ini untuk memperoleh persentase kadar air pada agregat. Langkah-langkah pengujian berdasarkan SNI 03-1971-1990, yaitu:

- 1) Menimbang cawan kosong dan catat beratnya (W1).
- 2) Mengisi cawan dengan agregat halus hingga setengah volume .
- 3) Menimbang kembali berat cawan yang sudah terisi dengan agregat halus (W2).
- 4) Memasukkan cawan yang sudah terisi ke dalam oven selama 24 jam.



Gambar 3. 13 Agregat Dikeringkan Di Oven

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 5) Mengambil cawan dari oven setelah 24 jam.
- 6) Menimbang sekali lagi cawan yang sudah keluar dari oven.
- 7) Mencatat hasil penimbangan (W3) dan menghitung kadar air menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{(W2-W3)}{(W3-W1)} \times 100\%$$

B. Uji Analisis Agregat Halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi material dan mengetahui modulus kehalusannya. Adapun langkah-langkah pengujiannya berdasarkan SNI 03-1750-1990, yaitu :

- 1) Menyiapkan pasir kering yang sudah selesai di oven selama ± 8 jam pada suhu 110° C.
- 2) Menimbang sampel pasir sebanyak 1000 gram.

- 3) Memasukkan pasir ke dalam ayakan yang sudah disusun sesuai dengan urutannya.
- 4) Menutup dan letakkan ayakan pada alat *shieve shaker machine* dan nyalakan alat selama 10 menit.



Gambar 3. 14 Saringan Digetarkan Dengan Sive Shaker

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 5) Mengambil pasir yang tertahan pada setiap susunan ayakan etelah proses ayakan selesai.



Gambar 3. 15 Mengambil Pasir Tertahan Tiap Saringan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 6) Menimbang dan mencatat berat pasir serta melakukan perhitungan guna mengetahui modulus kehalusannya menggunakan rumus :

$$FM = \frac{\sum \text{kumulatif tertahan ayakan}}{100}$$

C. Uji Kadar Organik

Pengujian ini menggunakan larutan tambahan berupa NaOH sebanyak 3% dengan tujuan untuk pengecekan kandungan kadar organik dari agregat halus. Syarat warna standar maksimal sama dengan warna no.

3 pada *organic place*. Berikut langkah-langkah pengujian uji kadar organik pasir sesuai dengan SNI S-04-1998-F:

- 1) Memasukkan benda uji kedalam botol gelas sampai mencapai garis skala 130 ml
- 2) Menambahkan larutan (3% NaOH+97% air) dan dikocok sampai volume mencapai 200 ml
- 3) Menutup botol dan kocok kuat-kuat, kemudian di diamkan selama 24 jam.



Gambar 3. 16 Hasil Pengujian Kadar Organik Pasir

Sumber : Dokumentasi Pribadi

D. Uji Kadar Lumpur

Tujuan pengujian ini untuk memperoleh pengecekan kadar lumpur pada agregat. Pengujian ini sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan dalam SNI S-04-1998-F,1989 dengan syarat kadar lumpur tidak lebih dari 5%. Langkah-langkah pengujian, yaitu :

- 4) Menyiapkan gelas ukur sebesar 250 ml.
- 5) Memasukkan pasir setinggi 100 ml ke dalam gelas ukur.
- 6) Menambahkan air ke dalam gelas ukur hingga berada pada angka 250 ml.



Gambar 3. 17 Menambahkan Air Ke Dalam Gelas Ukur Berisi Pasir

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 7) Menutup gelas ukur dengan plastik dan karet lalu kocok selama 5 menit.



Gambar 3. 18 Menutup Gelas Ukur Dengan Plastik

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 8) Mendingkan gelas ukur yang sudah dikocok selama 24 jam.
 - 9) Membaca dan mencatat tinggi lumpur serta amati perubahan warna pada keesokan harinya.
- E. Uji Berat Jenis dan Absorpsi

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat agregat dalam keadaan padat dengan berat air yang memiliki volume yang sama pada suhu yang sama. Sementara itu, penyerapan adalah ukuran seberapa banyak air yang bisa diserap oleh agregat dari kondisi kering hingga kondisi jenuh permukaan kering (SSD). Pengujian didasarkan pada SNI 1970:2008 dengan syarat interval untuk berat jenis yaitu antara 1,6 – 3,3. Berikut langkah-langkah pengujian berat jenis :

- 1) Menyiapkan *picnometer* berukuran 500 ml.

- 2) Mengisi *picnometer* dengan air hingga penuh (A) lalu timbang dan catat.



Gambar 3. 19 Picnometer Berisi Air

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 3) Membuang air hingga setengah *picnometer*.
- 4) Memasukkan pasir keadaan SSD sebesar 300 gram (B) ke dalam *picnometer*.



Gambar 3. 20 Pasir Dimasukkan Ke Dalam Picnometer

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 5) Mengocok *picnometer* agar rata dan diamkan selama 15 menit agar agregat halus mengendap.
- 6) Mengisi *picnometer* yang sudah terisi dengan air sampai penuh (C) lalu ditimbang dan dicatat.
- 7) Mendinginkan *picnometer* selama 24 jam.
- 8) Memindahkan isi *picnometer* ke cawan lalu oven pasir selama 24 jam.



Gambar 3. 21 Pasir Dipindahkan Ke Cawan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

9) Menimbang berat isi *picnometer* kering oven (D) dan catat hasilnya serta lakukan perhitungan menggunakan rumus :

$$\text{- BJ Bulk} = \frac{D}{A+B-C}$$

$$\text{- BJ SSD} = \frac{B}{A+B-C}$$

$$\text{- BJ Semu} = \frac{D}{A+D-C}$$

$$\text{- Absorpsi} = \frac{B-D}{B} \times 100\%$$

F. Pengujian Bahan Tambah

Bahan tambah yang digunakan berupa abu bonggol jagung dan serbuk cangkang kerang. Sebelum kedua bahan tersebut dapat digunakan, harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar bisa memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.

- Abu Bonggol Jagung

- 1) menyiapkan abu bonggol jagung yang sudah dikeringkan.
- 2) Menyiapkan tong dan tuangkan bonggol jagung ke dalam tong.
- 3) Membasahi beberapa bonggol jagung dengan minyak tanah.



Gambar 3. 22 Bonggol Jagung Di Dalam Tong

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 4) Membakar bonggol jagung dengan api dan diamkan hingga menjadi abu.



Gambar 3. 23 Bonggol Jagung Dibakar

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 5) Menghaluskan abu bonggol jagung dengan mangkok porselin.
- 6) Mengayak abu bonggol jagung menggunakan *shieve shaker* hingga lolos saringan no.200 (0,075 mm).



Gambar 3. 24 Abu Bonggol Jagung Lolos Saringan no. 200

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- Serbuk Cangkang Kerang
 - 1) Menyiapkan cangkang kerang darah yang sudah dibersihkan dan dikeringkan.
 - 2) Memasukkan cangkang kerang ke dalam plastik/karung.
 - 3) Menghancurkan cangkang kerang tersebut dengan palu hingga menjadi butiran kasar.



Gambar 3. 25 Cangkang Kerang Dihancurkan Dengan Palu

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- 4) Menghaluskan butiran kasar cangkang kerang dengan *blender/chopper* hingga menjadi serbuk.
- 5) Mengayak serbuk cangkang kerang menggunakan *shieve shaker* hingga lolos saringan no.200 (0,075 mm).



Gambar 3. 26 Serbuk Cangkang Kerang Lolos Saringan no.200

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.3 Penentuan Jobmix Design

Tujuan dari *mix design* adalah untuk menetapkan perbandingan masing-masing komponen yang digunakan untuk membuat *paving block*, yaitu air,

pasir, semen, limbah abu bonggol jagung, dan cangkang kerang yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Penelitian ini menggunakan perbandingan 1 semen : 3 pasir yang didasarkan pada penelitian sebelumnya (Fadlila, Amalia., 2022) dengan nilai fas 0,4% dari berat semennya, serta variasi pencampuran dengan beragam persentase 0%; 6%; 8%; dan 10% dari bahan yang disubstitusikan. Komposisi perbandingan *paving block* yang akan digunakan sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Komposisi Perbandingan Paving Block

Variasi Pencampuran	Semen	ABJ	SCK	Pasir	Air
0 % ABJ dan 0 % SCK	1	0	0	3	0,4
6 % ABJ dan 10 % SCK	0,84	0,06	0,1	3	0,4
10 % ABJ dan 6 % SCK	0,84	0,08	0,08	3	0,4
8 % ABJ dan 8 % SCK	0,84	0,1	0,06	3	0,4

Dari tabel perbandingan tersebut bisa dihitung berat campuran untuk 1 adukan variasi *paving block* sebanyak 6 buah dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Volume paving block} = 20 \times 10 \times 6 = 1200 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis Pasir} = 2,655 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis Semen} = 3,150 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis ABJ} = 2,29 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Berat Jenis SCK} = 2,65 \text{ gr/cm}^3$$

- Kebutuhan Campuran Variasi A *Paving Block*

- Pasir = $\frac{3}{4} \times 1200 \times 2,655 = 2389,5 \text{ gr}$

- Semen = $\frac{1}{4} \times 1200 \times 3,150 = 945 \text{ gr}$

- Air = $945 \times 0,4 = 378 \text{ ml}$

- ABJ = 0 gr

- SCK = 0 gr

- Kebutuhan Campuran Variasi B *Paving Block*

- Pasir = $\frac{3}{4} \times 1200 \times 2,655 = 2389,5 \text{ gram}$

- Semen = $\frac{1}{4} \times 84 \% \times 1200 \times 3,150 = 793,8 \text{ gram}$

- Air = $793,8 \times 0,4 = 317,52 \text{ ml}$

- ABJ = $\frac{1}{4} \times 6\% \times 1200 \times 2,29 = 41,2$ gram
- SCK = $\frac{1}{4} \times 10\% \times 1200 \times 2,65 = 79,5$ gram
- Kebutuhan Campuran Variasi C *Paving Block*
 - Pasir = $\frac{3}{4} \times 1200 \times 2,655 = 2389,5$ gram
 - Semen = $\frac{1}{4} \times 84\% \times 1200 \times 3,150 = 793,8$ gram
 - Air = $793,8 \times 0,4 = 317,52$ ml
 - ABJ = $\frac{1}{4} \times 8\% \times 1200 \times 2,29 = 55$ gram
 - SCK = $\frac{1}{4} \times 8\% \times 1200 \times 2,65 = 63,6$ gram
- Kebutuhan Campuran Variasi D *Paving Block*
 - Pasir = $\frac{3}{4} \times 1200 \times 2,655 = 2389,5$ gram
 - Semen = $\frac{1}{4} \times 84\% \times 1200 \times 3,150 = 793,8$ gram
 - Air = $793,8 \times 0,4 = 317,52$ ml
 - ABJ = $\frac{1}{4} \times 10\% \times 1200 \times 2,29 = 68,7$ gram
 - SCK = $\frac{1}{4} \times 6\% \times 1200 \times 2,65 = 47,7$ gram

Tabel 3. 2 Komposisi Perbandingan Paving Block Per 1 Benda Uji

No	Variasi	perbandingan (a:b:c:d)	jobmix campuran (gram)				Air (ml)
			Semen (a)	ABJ (b)	SCK (c)	Pasir (d)	
1	0% ABJ dan 0% SCK	1:0:0:3	945	0	0	2389.5	378
2	6% ABJ dan 10% SCK	0.84:0.06:0.1:3	793.8	41.2	79.5	2389.5	317.52
3	8% ABJ dan 8% SCK	0.84:0.08:0.08:3	793.8	55.0	63.6	2389.5	317.52
4	10% ABJ dan 6% SCK	0.84:0.1:0.06:3	793.8	68.7	47.7	2389.5	317.52
TOTAL BERAT			3326.4	164.9	190.8	9558.0	1330.56

Keterangan :

ABJ : Abu Bonggol Jagung

SCK : Serbuk Cangkang Kerang

3.4 Pembuatan Benda Uji (*Paving Block*)

Berdasarkan Tabel 3.2 akan dibuat benda uji sebanyak 6 sampel pada setiap variasi pencampurannya. Jadi, total sampel yang dibutuhkan sebanyak 24

dengan 12 buah sampel untuk pengujian uji kuat tekan dan 12 buah sampel sisanya untuk pengujian daya serap air dengan rincian tabel berikut.

Tabel 3. 3 Jumlah Benda Uji

Variasi Pencampuran	Sampel <i>Paving block</i>		
	Kuat Tekan	Daya Serap Air	Jumlah
0 % ABJ dan 0 % CK	3	3	6
6 % ABJ dan 10 % CK	3	3	6
10 % ABJ dan 6 % CK	3	3	6
8 % ABJ dan 8 % CK	3	3	6
Jumlah Total	12	12	24

Tahap selanjutnya adalah membuat *paving block* setelah semua bahan dan jumlah benda uji diketahui. Pabrik pembuat *paving block* terdekat akan membuat benda uji. Ukuran benda uji yang diteliti adalah balok dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm. Langkah-langkah yang terlibat dalam pembuatan *paving block* adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan bahan-bahan material *paving block*.
2. Menimbang tiap-tiap bahan sesuai dengan jobmix yang sudah direncanakan.



Gambar 3. 27 Menimbang Masing-Masing Bahan Material *Paving Block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Mencampur bahan-bahan dan diaduk sampai rata.



Gambar 3. 28 Mencampur Bahan Material *Paving Block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Menambahkan air sesuai dengan FAS ke dalam campuran.

5. Mengaduk campuran hingga menjadi homogen.



Gambar 3. 29 Mengaduk Bahan Hingga Homogen

Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. Mencetak *paving block* menggunakan cetakan ssesuai ukuran.



Gambar 3. 30 Proses Pencetakan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

7. Mengeluarkan *paving block* dari cetakan.



Gambar 3. 31 Paving Block Setelah Dicetak

Sumber : Dokumentasi Pribadi

8. Melakukan pemeliharaan *paving block* selama 28 hari.



Gambar 3. 32 Curing Paving Block

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.5 Pemeriksaan Secara Visual

Sebelum pengujian kekuatan tekan *paving block*, pertimbangan harus diberikan untuk evaluasi karakteristik visualnya. Pemeriksaan ini dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996 yang menyatakan bahwa *paving block* harus memiliki permukaan yang halus, tidak retak atau cacat lainnya, dan sudut yang sulit dihancurkan secara manual.



Gambar 3. 33 Pemeriksaan Visual

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.6 Pengujian Kuat Tekan

Setelah pemeriksaan secara visual dilakukan, bisa dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan. Pengujian didasarkan pada SNI 03-0691-1996 dengan rencana mutu B. Adapun langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat pengujian dan pemeriksaan peralatan untuk uji kuat tekan serta bahan uji *paving block*.
2. Menimbang benda uji *paving block* untuk setiap contoh yang akan diuji, dan catat beratnya.



Gambar 3. 34 Menimbang Benda Uji

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Masukkan benda uji ke dalam alat uji kuat tekan dan menyalakan alat untuk menentukan kuat tekan benda uji.



Gambar 3. 35 Benda Uji Di Dalam Alat Kuat Tekan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Mengamati dan membaca beban tekan maksimum yang ditunjukkan oleh angka pada alat kuat tekan, catat nilainya dan keluarkan benda uji dari alat.



Gambar 3. 36 Beban Maximum Pada Alat

Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Mengulangi langkah 2 sampai 4 dengan menggunakan benda uji lainnya.
6. Melakukan Perhitungan menggunakan rumus :

$$\text{Kuat tekan} = P / A \text{ (MPa)}$$

Keterangan :

P = beban tekan maksimum (Kgf atau N)

A = luas bidang tekan (mm²)

3.7 Pengujian Daya Serap Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penyerapan air dari *paving block* yang telah dibuat. Pengujian didasarkan pada SNI 03-0691-1996 dengan rencana mutu nilai persentase penyerapan maksimum 6%. Adapun Langkah-langkah pengujian daya serap air, yaitu :

1. Memasukkan sampel ke dalam oven pada suhu 110,5 °C selama 24 jam dengan menggunakan sampel yang berumur 28 hari dan udara kering.



Gambar 3. 37 Benda Uji Dioven

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Mengeluarkan benda uji dari oven setelah 24 jam.
3. Menimbang benda uji menggunakan timbangan (W1).
4. Merendam benda uji dalam air selama 24 jam.



Gambar 3. 38 Benda Uji Direndam

Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Menimbang benda uji setelah 24 jam direndam (W2).

Daya serap air *paving block* dapat dicari menggunakan rumus :

W2 – W1, dimana :

W1: Berat *paving block* kering oven.

W2: Berat *paving block* setelah direndam air.