

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Gambaran umum penelitian

Pada penelitian ini akan dibuat *paving block* yang berbentuk persegi panjang berukuran 210 x 105 x 60 mm dengan menggunakan rasio semen dan pasir 1:5, nilai fas 0,4% dari berat semennya dan berjumlah 15 sampel. Berikutnya melakukan pengujian daya serap *paving block* dan pengujian kuat tekan yang diharapkan mendapatkan hasil yang maksimal.

3.2. Lokasi Penelitian

- a. Pembuatan benda uji ini dilakukan di tempat pembuatan *paving block* yaitu Perusahaan Dipo yang terletak di Jl. Durian No.55, Pedalangan, Kec. Banyumanik, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50263.
- b. Pengujian pasir, perawatan *paving block*, uji kuat tekan, serta penyerapan air pada *paving block* dilaksanakan di Laboratorium D4 Teknik Infrastruktur Sipil dan Perencanaan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

3.3. Variable penelitian

Variabel merujuk pada faktor-faktor yang memainkan peran krusial dalam peristiwa atau indikasi yang akan diselidiki yang menjadi fokus pemeriksaan. Dalam konteks penelitian ini, faktor-faktor tersebut diartikan sebagai variabel, yang kemudian menjadi objek pemeriksaan yang saling terkait. Berikut adalah variabel-variabel yang terlibat dalam penelitian ini:

- c. Variabel bebas (*independent*)

Variabel ini mempengaruhi variabel dependen, pada penelitian ini abu kulit durian dan komposisi campuran semen yang berbeda digunakan

sebagai variabel independent pada proses produksi *paving block*, diantaranya sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Mix Design Benda Uji

| Variasi Persentase | Bahan Penyusun Benda Uji | |
|-----------------------|----------------------------------|-----|
| | Semen : Pasir : Abu Kulit Durian | Air |
| 0% Abu Kulit Durian | 1 : 5 : 0 | 0,4 |
| 7% Abu Kulit Durian | 0,93 : 5 : 0,07 | 0,4 |
| 9% Abu Kulit Durian | 0,91 : 5 : 0,09 | 0,4 |
| 11% Abu Kulit Durian | 0,89 : : 0,11 | 0,4 |
| 13% Abu Kulit Durian | 0,87 : 5 : 0,13 | 0,4 |

Sumber: Analisa Pribadi

Tabel 3. 2 Persentase Campuran pada Benda Uji

| Variasi Persentase | Bahan Penyusun 1 Adukan <i>Paving Block</i> | | | |
|-----------------------|---|---------------|--------------------------|----------------|
| | Semen (kg) | Pasir (kg) | Abu Kulit Durian (kg) | Air (liter) |
| 0% Abu Kulit Durian | 1,498 | 7,490 | 0 | 0,599 |
| 7% Abu Kulit Durian | 1,393 | 7,490 | 0,105 | 0,599 |
| 9% Abu Kulit Durian | 1,363 | 7,490 | 0,135 | 0,599 |
| 11% Abu Kulit Durian | 1,333 | 7,490 | 0,165 | 0,599 |
| 13% Abu Kulit Durian | 1,303 | 7,490 | 0,195 | 0,599 |

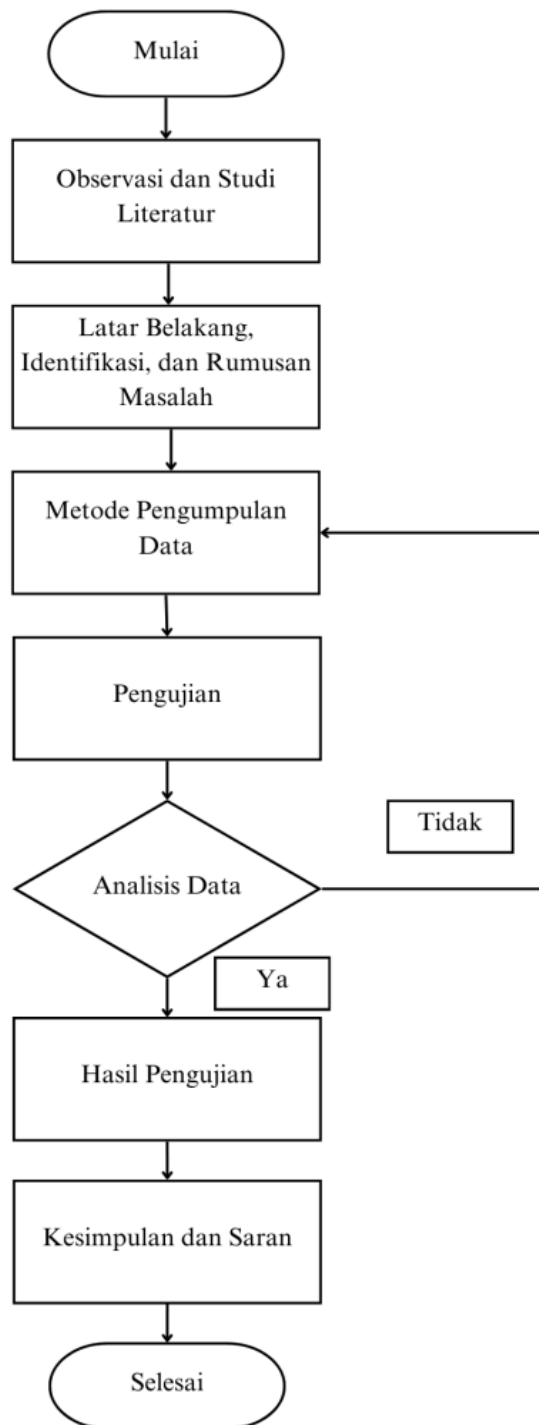
Sumber: Analisa Pribadi

Analisis data dilakukan dengan memberikan deskripsi atas hasil pengujian terhadap material, perhitungan untuk membuat campuran, serta data kekuatan beton pada umur 14 hari agar mencapai maksimum.

d. Variabel terikat

Dari variabel independen akan mempengaruhi variabel dependen. Pada penelitian ini adalah uji daya serap paving block dan uji kuat tekan menjadi variabel terikat.

3.4. Kerangka Penelitian



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

Sumber: Analisa Pribadi

3.5. Bahan-bahan kerja

Unsur-unsur bahan yang dipergunakan untuk membentuk *paving block* yaitu:

a) Semen

Jenis semen yang dipakai yaitu semen portland yang dipergunakan sebagai bahan pengikat.



Gambar 3. 2 Semen Portland

Sumber : Dokumentasi Pribadi

b) Agregat halus

Agregat halus yang digunakan untuk penelitian ini adalah pasir yang lolos ayakan 4,75-5mm.

c) Air

Air didapatkan dari air yang berada Laboratorium PILAR Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

d) Abu kulit durian

Abu kulit durian didapatkan dari pembakaran limbah kulit durian yang sudah dikeringkan.



Gambar 3. 3 Abu Kult Durian

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.6. Benda uji

Penelitian ini menggunakan berbagai alat sebagai berikut:

a) Pan

Pan digunakan sebagai wadah untuk menimbang bahan yang dibutuhkan



Gambar 3. 4 Pan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

b) Timbangan

Timbangan yang digunakan untuk menimbang material campuran dengan kapasitas 3kg dan ketelitian 0,1g.



Gambar 3. 5 Timbangan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

c) Cetakan paving blok persegi Panjang

Cetakan ini memiliki panjang berukuran 21cm, lebar 10,5cm dan tebal 6cm yang terbuat dari baja.



Gambar 3. 6 Cetakan *paving block*

Sumber : Google Image

d) Bak adukan beton

Bak adukan beton sebagai wadah untuk mencampur bahan bahan.



Gambar 3. 7 Bak Pengaduk Beton

Sumber : Dokumentasi Pribadi

e) Saringan

Saringan dengan dimensi 0.00-9.5mm dan alat penggetar digunakan untuk mendapatkan agregat halus yang lolos saringan 5.00mm.



Gambar 3. 8 Saringan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

f) Alat Press

Pemadat manual digunakan untuk penekan sebagai alat untuk memadatkan adukan/adonan campuran pada cetakan *paving block*.



Gambar 3. 9 Mesin alat *press*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

g) Cetok

Cetok/sendok digunakan untuk mengaduk serta memindahkan adukan/adonan campuran kedalam cetakan.



Gambar 3. 10 Cetok

Sumber : Dokumentasi Pribadi

h) Bak rendam

Bak rendam untuk merendam adukan yang sudah dicetak, serta untuk merendam *paving block* yang akan digunakan untuk uji daya serap air.

i) Oven

Oven ini digunakan untuk mengeringkan pasir/agregat halus, serta mengeringkan *paving block* untuk dilakukan uji daya serap air.



Gambar 3. 11 Oven

Sumber : Dokumentasi Pribadi

j) *Sieve Shaker*

Alat untuk penggetar pada saringan sehingga didapatkan agregat halus yang lolos saringan sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 3. 12 Sieve Shaker

Sumber : Dokumentasi Pribadi

k) Alat pengujian kuat tekan

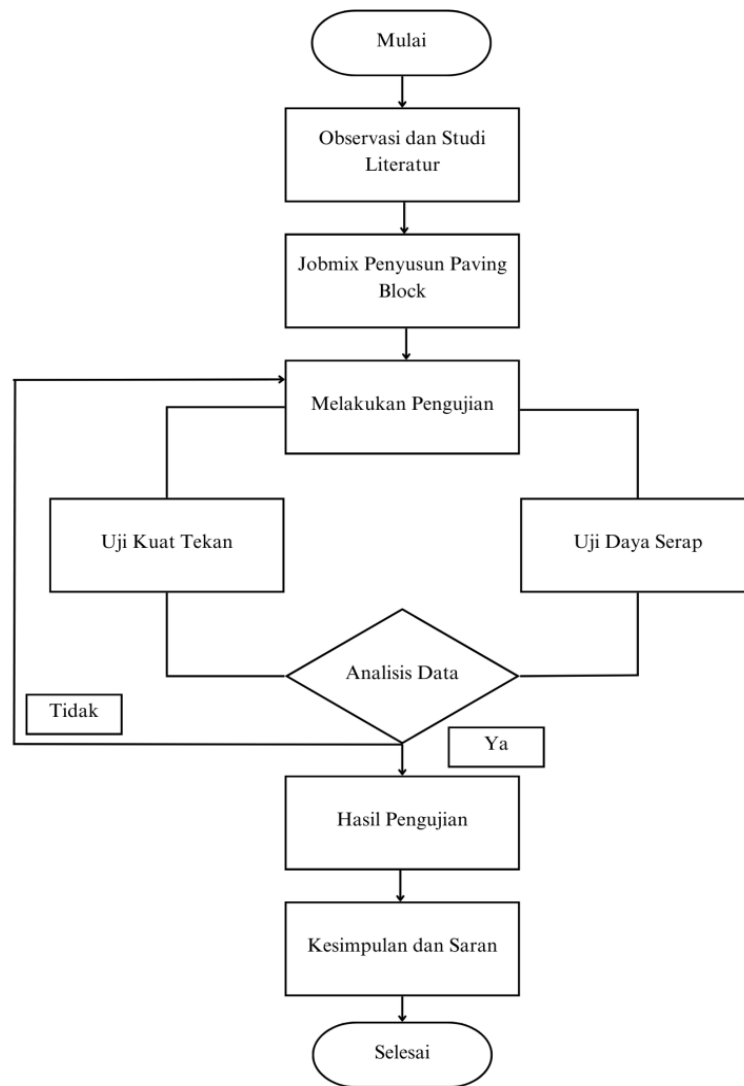
Alat uji kuat tekan yang digunakan dari laboratorium PILAR Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro untuk menguji kuat tekan *paving block*.



Gambar 3. 13 Alat Uji Kuat Tekan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.7. Prosedur Penelitian



Gambar 3. 14 Prosedur Penelitian

Sumber: Analisa Pribadi

3.8. Pengolahan dan Pengujian Benda Uji

3.8.1. Pengolahan Bahan Tambah Inovasi

Bahan penelitian yang digunakan untuk penelitian ini yaitu kulit durian yang diperoleh dari limbah masyarakat sekitar maupun pedagang di sekitar kota. Proses pembuatan abu kulit durian meliputi:

1. Potong kulit durian yang telah dikumpulkan.



Gambar 3. 15 Potongan Kulit Durian

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Lalu jemur pada dibawah sinar matahari/masukkan ke oven dengan suhu 110 derajat hingga kulit menjadi kering.



Gambar 3. 16 Kulit Durian Kering

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Jika kulit durian sudah kering maka kulit dilakukan pembakaran untuk menjadi abu dan arang.



Gambar 3. 17 Pembakaran Kulit Durian

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Selanjutnya arang kulit durian digerus dan ditumbuk dengan mortal.



Gambar 3. 18 Proses penumbukan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Langkah terakhir yaitu menyaring abu menggunakan ayakan no 100.



Gambar 3. 19 Penyaringan Abu

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.8.2. Pengujian Material Penyusun *Paving Block*

- A. Pengujian analisis agregat halus menggunakan metode saringan sesuai dengan (SNI ASTM C136:2012, 2012) bertujuan untuk menentukan gradasi material berupa agregat halus (pasir). Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut
 1. Menyediakan pasir kering yang telah di *oven* pada suhu 110° C selama ± 7 jam.
 2. Timbang sample pasir sebanyak 1 kg pada timbangan.



Gambar 3. 20 Penimbangan pasir kering

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Masukkan sampel pasir ke dalam serangkaian ayakan yang telah disiapkan, disusun dari ukuran terbesar hingga terkecil, yaitu: 9,5 mm; 4,75 mm; 3,250 mm; 2,36 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,075 mm; dan 0 mm.
4. Tutup rangkaian ayakan dan letakkan pada mesin pengayak, kemudian jalankan mesin selama $\frac{1}{4}$ jam



Gambar 3. 21 Proses pengayakan pasir

Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Setelah 15 menit, ambil sampel pasir yang tidak lolos ayakan, lalu timbang dan catat hasilnya.



Gambar 3. 22 Penimbangan pasir

Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. Hitung persentase berat pasir yang tidak lolos pada setiap ayakan relatif terhadap berat total sampel pasir untuk menentukan modulus kehalusan yang digunakan.

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

B. Pengujian berat jenis agregat halus dengan menggunakan picknometer bertujuan untuk mengetahui berat jenis dari agregat halus, tahap pengujiannya sebagai berikut

1. Bersihkan picknometer dan keringkan.
2. Timbang dan catat berat dari picknometer yang akan digunakan.



Gambar 3. 23 Penimbangan Picknometer

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Masukkan sampel ke dalam picknometer sampai batas leher, pasang tutup picknometer hingga sampel dapat mengisi pipa kapiler dan tidak ada gelembung udara di dalam picknometer.



Gambar 3. 24 Picknometer + sampel

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Timbang picknometer berisi sampel, dan diamkan picknometer berisi sampel selama 24 jam



Gambar 3. 25 Penimbangan picknometer + sampel
Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Setelah selesai, bersihkan dan keringkan picknometer
 6. Massa jenis zat dapat ditentukan.
- C. Pengujian kadar organik agregat dengan metode kocokan menggunakan pasir dan larutan NaOH 3% berdasarkan SNI S-04-1998-F bertujuan untuk memeriksa kandungan kadar organik pada agregat halus. Tahapan pengujiannya adalah sebagai berikut:
1. Siapkan gelas ukur dengan kapasitas 500 ml.



Gambar 3. 26 Gelas ukur
Sumber : Dokumentasi Pribadi

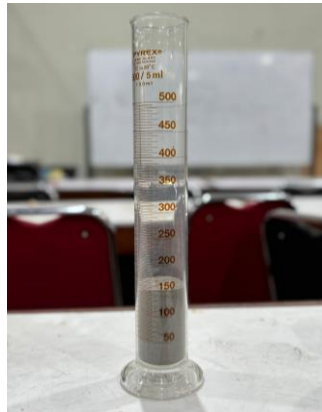
2. Timbang 6 gram NaOH dan 194 gram air.



Gambar 3. 27 NaOH

Sumber : Dokumentasi Pribadi

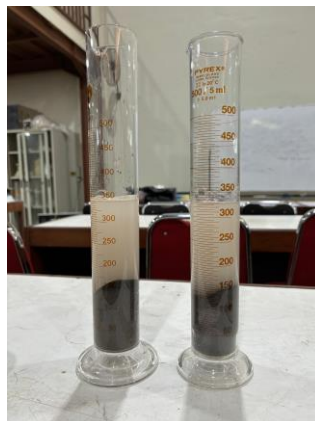
3. Masukkan pasir ke dalam gelas ukur seting hingga mencapai tinggi 150 ml.



Gambar 3. 28 Gelas ukur berisi pasir

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Tambahkan air dan NaOH ke dalam gelas ukur.



Gambar 3. 29 Air dan NaOH ke dalam gelas ukur

Sumber : Dokumentasi Pribadi

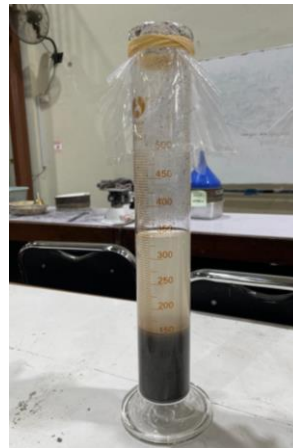
5. Tutup gelas ukur dengan plastik dan karet, kemudian kocok selama 5 menit.



Gambar 3. 30 Pasir + NaOH + air dalam gelas ukur

Sumber : Dokumentasi Pribadi

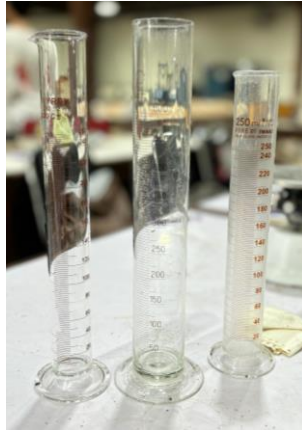
6. Diamkan campuran selama 24 jam.
7. Amati perubahan warna dan tinggi lumpur.



Gambar 3. 31 Hasil pengujian kadar organik

Sumber : Dokumentasi Pribadi

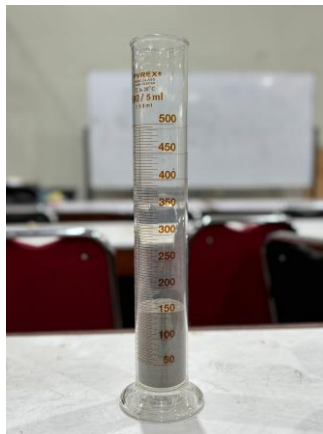
- D. Pengujian kadar lumpur agregat halus dengan metode kocokan menggunakan pasir dan air biasa sesuai SNI S-04-1998-F bertujuan untuk memeriksa kadar lumpur pada agregat halus. Tahapan pengujiannya adalah sebagai berikut:
 1. Siapkan gelas ukur yang berkapasitas 500 ml.



Gambar 3. 32 Persiapan gelas ukur kapasitas 500 ml

Sumber : Dokumentasi Pribadi

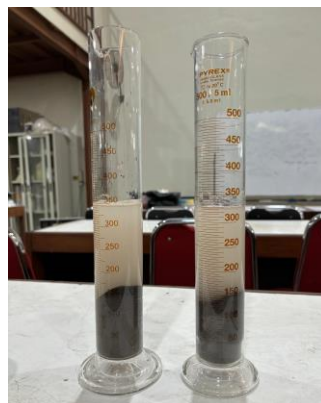
2. Masukkan pasir hingga mencapai tinggi 150 ml.



Gambar 3. 33 Pasir dalam gelas ukur

Sumber : Dokumentasi Pribadi

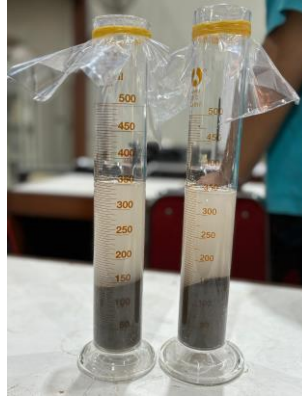
3. Masukkan air setinggi 350 ml.



Gambar 3. 34 Pasir dan air dalam gelas ukur

Sumber : Dokumentasi Pribadi

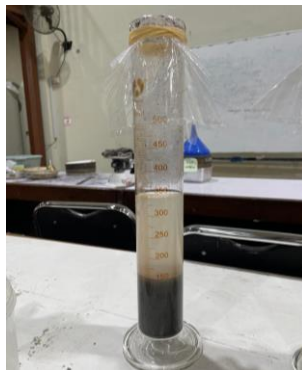
4. Tutup gelas ukur dengan plastik dan karet, kemudian kocok selama 30 menit.



Gambar 3. 35 Setelah proses pengocokan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Biarkan kocokan selama 24 jam.
6. Baca tinggi lumpur dan lihat perubahan warna pada keesokan harinya.



Gambar 3. 36 Hasil pengujian kadar lumpur

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- E. Pengujian konsistensi semen yang bertujuan menentukan persentase kandungan air yang diperlukan pada pasta semen dalam pengujian ikat awal semen. Konsistensi normal dicapai ketika batang tembak menembus hingga batas 10 mm di bawah permukaan pasta dalam waktu 30 detik setelah diluncurkan (SNI 15-2049-2004). Berikut langkah langkah pengujian konsistensi normal :
 1. Persiapan alat vicat dan semen



Gambar 3. 37 Alat Vicat

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 38 Semen

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Mencampur 300 gram semen dengan variasi kadar air mulai dari 25%, 26%, 27%, dan seterusnya dari berat semen.



Gambar 3. 39 Proses pencampuran

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Buat bentuk bola dari pasta semen dengan kedua tangan dan lemparkan sebanyak enam kali dari satu tangan ke tangan lainnya dengan jarak 15 cm. Selama proses ini, hindari memberi tekanan pada pasta semen.



Gambar 3. 40 Pasta semen menjadi bola

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Penetapan konsistensi dengan menempatkan pasta semen ke dalam alat vicat, menempelkan batang peluncur vicat pada permukaan pasta dan mengunci sekrup, mencatat awal penunjukan batang peluncur, dan mencatat penunjukan jarum setelah 30 detik batang peluncur dilepaskan. Selama pengujian, alat harus bebas dari gangguan.



Gambar 3. 41 Proses Uji Vicat

Sumber : Dokumentasi Pribadi

F. Pengujian Ikat Awal Semen

1. Persiapkan satu set Alat Vicat untuk pengujian



Gambar 3. 42 Alat Vicat

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Campurkan 261 gram semen dan 39 gram abu kulit durian dengan jumlah air yang sesuai hasil uji konsistensi normal, dan buat sampel.



Gambar 3. 43 Proses Pencampuran

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Buat bentuk bola dari pasta semen dengan kedua tangan dan lemparkan sebanyak enam kali dari satu tangan ke tangan lainnya dengan jarak 15 cm, hindari memberikan tekanan pada pasta semen selama proses ini.



Gambar 3. 44 Pasta semen menjadi bola

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Masukkan pasta semen ke dalam alat Vicat, letakkan jarum pada permukaan pasta, kunci sekrupnya, dan catat posisi awal jarum. Setelah 30 detik, lepaskan jarum dan catat posisinya. Periksa posisi jarum setiap 15 menit hingga penetrasi kurang dari 25 mm, kemudian catat waktunya. Waktu pengikatan dipengaruhi oleh kadar air, jumlah pasta semen, dan suhu udara sekitar.



Gambar 3. 45 Proses pengujian

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.8.3. Tahapan Pembuatan Benda Uji *Paving Block*

Penelitian ini menggunakan benda uji berupa *paving block* tipe holland dengan ukuran 21 x 10,5 x 6 cm sebagai sampel untuk pengujian kuat tekan dan penyerapan air, dengan kualitas B. Jumlah total benda uji yang dibutuhkan yaitu 15 sampel. Berikut langkah pembuatan benda uji :

1. Mempersiapkan bahan penyusun *paving block*.
 - a. Penimbangan campuran bahan *paving block* yaitu semen, pasir, bahan pengganti (abu kulit durian), dan air sesuai perencanaan campuran berat.



Gambar 3. 46 Proses penimbangan pasir

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 47 Proses penimbangan semen

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 48 Proses penimbangan Abu Kulit Durian

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- b. Menyiapkan cetakan *paving block* dan peralatan pendukung lainnya.
2. Pencampuran material *paving block*.
 - a. Tuangkan material semen, pasir, dan abu kulit durian dengan proporsi campuran 0%; 7%; 9%; 11%, dan 13% dari berat semen pada bak adukan beton. Aduk hingga merata.



Gambar 3. 49 Pencampuran material *paving block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- b. Tambahkan air sedikit demi sedikit sesuai ketentuan faktor air semen.



Gambar 3. 50 Penambahan air

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- c. Aduk hingga campuran homogen. Selama proses pengadukan periksa tingkat kelembapan campuran agar campuran benda uji dapat menyatu dengan baik saat dicetak.



Gambar 3. 51 Proses pengadukan tahap 2

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 52 Hasil akhir adukan *paving block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Pencetakan benda uji *paving block*
 - a. Tuangkan adukan ke dalam cetakan *paving block* tipe *holland* yang telah dilumasi sisi dalamnya terlebih dahulu.



Gambar 3. 53 Adukan *paving block* dalam cetakan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- b. Isi cetakan dengan adukan *paving block* hingga penuh, kemudian getarkan dan ratakan sampai campuran menjadi padat. Pastikan permukaan benda uji *paving block* di bagian atas cetakan menjadi rata.



Gambar 3. 54 Proses perataan permukaan benda uji *paving block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- c. Setelah proses press selesai, buka cetakan dan susun *paving block* di atas papan yang berfungsi sebagai alas hingga *paving block* sedikit mengeras sedikitnya selama sekitar ± 24 jam.



Gambar 3. 55 Proses *press paving block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 56 Hasil *paving block* setelah proses press

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.9. Perawatan *Paving Block*

Setelah proses pencetakan hal yang dilakukan yaitu perawatan dengan melakukan penyiraman 2 kali dalam sehari untuk menjaga kelembaban pada *paving block* untuk menghindari terjadinya retak/pecah.



Gambar 3. 57 *Paving block* setelah didiamkan selama sehari

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 58 *Curing paving block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.10. Pengujian *Paving Block*

3.10.1. Uji Kuat Tekan

Pengujian ini dilaksanakan guna memahami kuat *paving block* yang dihasilkan sesudah melewati proses uji kuat tekan menggunakan mesin tekan

dengan gaya tekan tertentu. Pengujian dilakukan saat paving block berusia 14 hari dengan jumlah keseluruhan 15 buah. Langkah awal adalah mengukur dimensi benda uji (panjang, lebar, dan tinggi) secara rinci menggunakan penggaris dan menimbang benda uji. Setelah itu, tempatkan benda uji secara simetris di mesin press dengan tambahan ganjal. Selanjutnya, operasikan mesin dan catat beban maksimal yang tercapai selama pengujian berlangsung.



Gambar 3. 59 Pemeriksaan dimensi/ ukuran *paving block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 60 Penimbangan benda uji *paving block*

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 61 Uji Kuat Tekan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.10.2. Pengujian Daya Serap

Pengujian penyerapan air dilaksanakan guna mengetahui kadar air yang terserap *paving block* sesudah umur 14 hari. Dilakukannya perendaman air selama 24 jam dan ditimbang berat basah dari benda uji tersebut. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 110 derajat selama 24 jam sampai penimbangan beratnya selisih $< 0,2\%$ serta penimbangan berat kering. Dan setiap benda uji dengan berbagai ragam campuran, maka akan didapatkan rata rata daya serap airnya.



Gambar 3. 62 Penimbangan Berat Basah

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 3. 63 Proses Pengeringan pada Oven

Sumber : Dokumentasi Pribadi

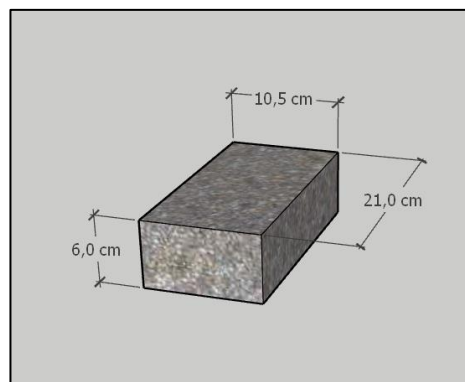


Gambar 3. 64 Penimbangan Berat Kering

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.11. Output yang diharapkan

Pada hasil akhir dari penelitian ini diharapkan nilai pengujiannya yaitu mendapatkan klasifikasi *paving block* dengan jenis mutu B nilai kuat tekan minimal sebesar 17 MPa dan rata-ratanya sebesar 20 MPa sedangkan untuk daya serap air memiliki rata-rata maksimal sebesar 6% atau bahkan mendapat jenis mutu lebih tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai tempat parkir. Penelitian ini juga diharapkan bisa mempunyai mutu yang lebih unggul dan harga lebih ekonomis dibanding *paving block* biasa berukuran 21 x 10,5 x 6 cm. Serta masyarakat umum dapat mengetahui fungsi dari limbah kulit durian sebagai bahan pertimbangan bagi tahapan berikutnya, baik untuk diimplementasikan di lapangan ataupun untuk diteliti lebih lanjut.



Gambar 3. 65 *Paving block*

Sumber: Analisa Pribadi