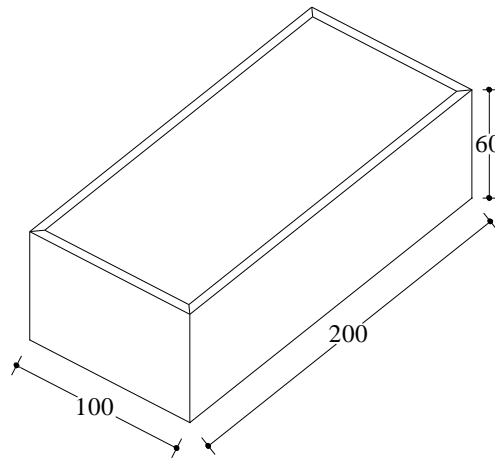


## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Tinjauan Umum

Objek penelitian ini adalah *paving block* dengan penambahan limbah arang tempurung kelapa sawit. Dalam penelitian ini benda uji *paving block* yang dibuat berjenis *holand* atau segi empat dengan dimensi 200 x 100 x 60 mm sesuai dengan standart Industri Indonesia, dapat dilihat pada gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Dimensi *Paving Block* 200 x 100 x 60 mm

Semen yang digunakan adalah semen merk *Holcim* yang dibungkus kemasan 40 kg, pasir dari Merapi, serta air bersih dari Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi. Sedangkan limbah tempurung kelapa sawit yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tempurung kelapa sawit dari perusahaan dan perkebunan warga di Kalimantan Barat Kabupaten Sintang yang diambil langsung oleh peneliti.

#### 4.1.1 Lokasi Penelitian

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan Laboratorium Bahan Bangunan, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik

Universitas Gajah Mada. Sedangkan untuk pembuatan *paving block* akan dilaksanakan di Pusat Inovasi Material Vulkanis Merapi Jalan Kaliurang Km 14,5 Sleman Yogyakarta.

#### 4.1.2 Komposisi Sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan bahan limbah arang tempurung kelapa sawit dalam pembuatan *paving block*. penelitian ini menggunakan campuran dengan perbandingan berat 1pc : 6ps, sedangkan untuk kebutuhan limbah arang tempurung kelapa sawit menggunakan perbandingan terhadap berat semen. Jumlah perulangan dari masing masing komposisi adalah 3 buah untuk pengujian kuat tekan, penyerapan air, dan ketahanan aus sehingga jumlah benda uji yang digunakan yaitu 15 buah. Komposisi campuran dengan kondisi jenuh kering muka dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Komposisi Campuran pada *Paving Block*

variasi	Semen	Pasir	Limbah arang kelapa sawit	Uji kuat Tekan	Uji Penyerapan Air	Uji Keausan
I	1	6	0 %	3	3	3
II	1	6	10 %	3	3	3
III	1	6	15 %	3	3	3
IV	1	6	20 %	3	3	3
V	1	6	25 %	3	3	3

## 4.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

### 4.2.1 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Timbangan

Pada penelitian ini menggunakan 3 macam timbangan dengan ketelitian yang berbeda-beda. Yang pertama timbangan duduk merk Tagani dengan ketelitian 1 kg, yang kedua timbangan merk Kain Chung dengan ketelitian 0,1 kg dan timbangan dengan ketelitian 1 gram.

#### 2. Cetok

Cetok memiliki berbagai macam bentuk, seperti oval dan kerucut. Cetok digunakan untuk mengambil, memindahkan dan mencampur bahan penyusun *paving block*. Cetok juga digunakan untuk memasukan dan meratakan mortar yang dimasukkan pada cetakan *paving block*.

#### 3. Saringan atau ayakan

Saringan yang digunakan ada beberapa macam. Untuk pembuatan benda uji menggunakan saringan dengan diameter 10 mm untuk agregat halus, diameter 2 mm dan saringan no 100 untuk menyaring limbah tempurung kelapa sawit. Sedangkan untuk pengujian gradasi pasir menggunakan satu set saringan dari no. 1 sampai no. 200.

#### 4. Oven

Oven yang digunakan bermerk Heracus dengan kapasitas panas sampai 250 ° C. Alat ini digunakan untuk mengeringkan benda uji untuk pengujian kuat tekan dan pengujian daya serap air.

#### 5. Peralatan pendukung

Peralatan pendukung yang lain, seperti ember, sikat, jangka sorong, perekat, karung selang dan alat pemotong.

#### 6. Cetakan *paving block holand* dengan ukuran 20 x 10 x 6 cm<sup>3</sup>

Cetakan *paving block* yang digunakan terbuat dari bahan besi dengan ukuran 70 cm x 90 cm. Pada satu cetakan tersebut dapat mencetak 12 *paving block* jenis *holand* dalam sekali cetak. Cetakan ini terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian *stampel* dan bagian *form*. Bagian *stampel* berfungsi sebagai ujung penekanan

pada mesin dan memberikan bentuk pada permukaan *paving block* pada saat pencetakan. Sedangkan bagian *from* berfungsi untuk memberikan bentuk pada sisi-sisi *paving block* sesuai bentuk yang diinginkan dan meminimalkan kerusakan *paving block* pada saat pencetakan.

#### 7. Mesin pres *paving block*

Mesin pres yang digunakan adalah mesin pres pembuatan *paving block* yang dioperasikan dengan *system* hidrolik dan dilengkapi vibrator (pengetar). Sistem hidrolik digunakan untuk mengangkat cetakan dan memberikan tekanan (pemadatan) pada saat pencetakan. Sedangkan vibrator yang diletakkan dibawah meja mesin berfungsi untuk menggerakkan butir-butir campuran yang telah dituangkan pada cetakan sehingga bergerak mengisi celah-celah yang masih kosong. Hal ini dilakukan agar sebelum proses penekanan campuran sudah pada keadaan padat di dalam cetakan.

8. Alat uji kuat desak menggunakan alat digital dengan merek *Avery-Denison type PSL.I-PH SI.21-002*.
9. Alat uji keausan menggunakan mesin *Abrasi Dressing Whelli Soiltest, INC type CT 420-8*.

### 4.2.2 Bahan Yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan *paving block* dalam penelitian ini adalah :

#### 1. Limbah tempurung kelapa sawit

Limbah tempurung kelapa sawit yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari perusahaan dan perkebunan warga di Kalimantan Barat Kabupaten Sintang. limbah diolah menjadi arang dengan cara konvensional, setelah menjadi arang limbah dihaluskan dengan cara ditumbuk, blender dan lolos saringan no 100.

#### 2. Semen *Portland*

Benda uji yang akan dibuat dalam penelitian ini menggunakan semen *portland* merk *Holcim* kemasan 40 kg. Dari kemasan diambil atau ditakar sesuai perhitungan berat semen yang digunakan pada setiap variasinya.

### 3. Agregat halus

Benda uji yang akan dibuat dalam penelitian ini menggunakan pasir yang berasal dari merapi. Pasir yang digunakan sudah diayak dengan ayakan berdiameter 0,475 m.

### 4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air yang tidak berwarna atau jernih, tidak berbau, dan tidak mengandung benda-benda asing yang dapat dilihat secara kasat mata. Air yang digunakan yaitu air yang berasal dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi (TBK), Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

## 4.3 Prosedur Penelitian

Persiapan dan pemeriksaan bahan susun *paving block* dilaksanakan dilaboratorium Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi (TBK), Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terdapat langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian ini, berikut tahapan-tahapannya:

### 4.3.1 Tahap Pengujian

Dalam tahap ini yang dilakukan adalah mempersiapkan bahan-bahan penyusun *paving block* yang diantaranya, mempersiapkan pasir agregat halus yang lolos ayakan berdiameter 0,475 MM, semen serta limbah arang tempurung kelapa sawit yang akan digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block*. Penelitian pada tahap ini meliputi

#### 1. Uji Saringan (Gradasi Pasir)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gradasi agregat halus, sehingga dapat di klasifikasikan kedalam jenis pasir halus, agak halus, agak kasar atau pasir kasar. Langkah-langkah pengujian analisis saringan/Modulus Halus Butir (MHB) adalah sebagai berikut ini.

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat tetap.
- b. Keluarkan benda uji, lalu dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram.
- c. Susun saringan dari yang lubangnya paling besar (9,5 mm) sampai lubang yang terkecil (no. 100) dan masukkan benda uji kemudian langsung di ayak/saring dengan bantuan mesin penggoyang selama 10-15 menit.
- d. Keluarkan benda uji pada masing-masing saringan dan masukkan dalam masing-masing wadah kemudian ditimbang dan catat berat benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

## 2. Pengujian Berat volume padat dan berat gembur agregat halus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berat volume padat dan gembur agregat halus. Langkah-langkah pengujian berat volume padat dan berat volume gembur agregat halus adalah sebagai berikut ini.

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat tetap.
- b. Keluarkan benda uji, lalu dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram.
- c. Letakkan silinder ukur pada tempat yang datar. Untuk pengujian berat volume padat, masukkan benda uji per 1/3 bagian dan tiap bagian di tumbuk 25 kali merata, lalu diratakan, dikerjakan sampai volume penuh. Sedang untuk pengujian berat volume gembur, benda uji dimasukkan dalam silinder sampai penuh (tanpa pemadatan) lalu diratakan.
- d. Timbang berat silinder berisi benda uji dan dicatat beratnya.
- e. Hitung volume silinder.

## 3. Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Lumpur adalah agregat yang lolos saringan 200 mm. Bila kadar lumpur melebihi 5% maka pasir harus dicuci. Langkah-langkah pengujian lolos saringan no. 200 adalah sebagai berikut ini.

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat benda uji tetap. Kemudian rendam dalam air selama  $24 \pm 4$  jam.
- b. Buang air rendaman dengan hati-hati agar butiran pasir tidak ada yang terbang. Keringkan benda uji di udara panas dengan cara membolak-balikan benda uji sampai keadaan kering permukaan jenuh (SSD).
- c. Apabila telah mencapai keadaan permukaan jenuh, segera masukan benda uji sebanyak 500 gram kedalam pikometer. Lalu masukan air sampai 90% isi pikometer, putar pikometer sambil diguncangkan sampai tidak terlihat gelombang udara didalamnya.
- d. Tambahkan air pada pikometer hingga penuh.
- e. Timbang pikometer yang berisi benda uji dan air ( $W_1$ ).
- f. Keluarkan benda uji dari pikometer, kemudian keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap, lalu dinginkan benda uji dalam desikator.
- g. Setelah benda uji dingin timbang ( $W_2$ ).
- h. Timbang pikometer berisi air penuh ( $W_3$ ).
- i. Berat jenis adalah perbandingan berat kering mutlak dengan berat pikometer yang berisi air ditambah berat pasir dalam keadaan jenuh kering muka dan dikurangi dengan berat pikometer yang berisi air penuh.
- j. Perhitungan

- Berikut rumus yang digunakan dalam pengujian ini:

$$\text{- Berat yang lewat saringan no. 200} = \left\{ \frac{W_1 - W_2}{W_1} \right\} \times 100\% \quad (4.1)$$

Keterangan:

$W_1$  = Berat pasir kering oven (gram)

$W_2$  = Berat pasir kering setelah dicuci (gram)

#### 4. Semen

Pemeriksaan terhadap semen dilakukan dengan cara visual yaitu semen dalam keadaan terbungkus rapat dan setelah dibuka butirannya halus tidak ada gumpalan. Semen yang digunakan adalah semen holcim dengan berat bersih 40 kg. Selain pemeriksaan visual, semen juga dilakukan pengujian berat volume gembur dan berat volume padat semen yang dilakukan di laboratorium. Langkah-langkah pengujian berat volume padat dan berat volume gembur semen adalah sebagai berikut ini.

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
- b. Keluarkan benda uji, lalu dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram.
- c. Letakkan silinder ukur pada tempat yang datar. Untuk pengujian berat volume padat, masukkan benda uji per 1/3 bagian dan tiap bagian di tumbuk 25 kali merata, lalu diratakan, dikerjakan sampai volume penuh. Sedang untuk pengujian berat volume gembur, benda uji dimasukkan dalam silinder sampai penuh (tanpa pemadatan) lalu diratakan.
- d. Timbang berat silinder berisi benda uji dan dicatat beratnya.

#### 5. Air

Air yang digunakan adalah air yang bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan garam sesuai dengan persyaratan air untuk minum.

#### 6. Proses Limbah Arang Tempurung Kelapa Sawit

Sebelum limbah tempurung kelapa sawit dijadikan bahan tambah pada beton atau mortar terlebih dahulu limbah tersebut diolah melalui proses pembakaran secara konvensional hingga menjadi arang, setelah itu limbah ditumbuk hingga halus dan lolos saringan 100mm.

### 4.3.2 Tahap Pencampuran



Perbandingan volume semen : pasir adalah 1 : 6 dan nilai fas yang digunakan sesuai kebutuhan dari berat semen dengan variasi penambahan limbah arang tempurung kelapa sawit sebesar 0%; 10%; 15%; 20% dan 25%. Dalam proses ini meliputi penimbangan dan pencampuran bahan. Masing-masing bahan ditimbang sesuai dengan variasi komposisinya kemudian dicampur dengan menggunakan sekop selama 10 – 15 menit.

#### **4.3.3 Proses Pembuatan Benda Uji**

Proses pembuatan atau pencetakan benda uji dilakukan dengan mesin pres. Mesin yang digunakan adalah mesin dengan sistem hidrolis dilengkapi sistem vibrator yang biasa digunakan untuk proses produksi *paving block*. Bersamaan dengan itu pada saat pemadatan dilakukan penggetaran sehingga membantu pergerakan agregat untuk saling mengisi celah atau rongga yang ada pada sebuah *paving block*. Maka dengan metode demikian diharapkan memberikan hasil atau kekuatan yang sama pada proses pemadatan pada masing-masing benda uji dan memperkecil terjadinya human error.

Berikut ini adalah langkah-langkah pencetakan atau proses pembuatan benda uji *paving block* dengan menggunakan mesin pres getar:

1. Letakkan alas (triplek tebal 2 mm) pada meja mesin.
2. Atur mesin pada posisi cetakan membuka (bagian stempel diatas bagian form) sehingga campuran bisa dimasukkan kedalam cetakan.
3. Masukkan campuran ke dalam cetakan.
4. Nyalakan sistem getar pada mesin sekitar  $\pm 10$  detik.
5. Penuhi kembali isi cetakan yang turun akibat penggetaran dengan campuran
6. Tekan tuas pengepresan atau pemadatan sehingga bagian stempel turun dan melakukan proses pemadatan sambil sistem getar dijalankan.
7. Tekan tuas untuk mengangkat kedua bagian cetakan.

#### **4.3.4 Proses Perawatan Benda Uji**

Perawatan benda uji dilakukan setelah satu hari dari pencetakan *paving block*. Pada umur satu hari atau benda uji cukup keras dilakukan perendaman untuk menjaga kelembabannya selama 28 hari.

#### **4.3.5 Pemotongan Benda Uji**

*Paving block* yang digunakan untuk uji kuat tekan semula berukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm dipotong menggunakan alat pemotong batuan menjadi berukuran 6 cm x 6 cm x 6 cm. Pemotongan dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia.

#### **4.3.6 Proses Pengujian Paving Block**

Pengujian paving block dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas paving block yang dihasilkan. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Adapun pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

##### **1. Pengujian Kuat Tekan**

Setelah umur paving block mencapai 28 hari pengujian kuat tekan dapat dilakukan untuk mengetahui kuat tekan paving block. Langkah-langkah pengujian ini berdasarkan SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut:

- a. Benda uji yang telah diangin-anginkan selama satu hari dibersihkan permukaannya dari kotoran yang menempel.
- b. Timbang benda uji menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,5 gram.
- c. Ukur dimensi benda uji menggunakan caliper atau jangka sorong.
- d. Benda uji diletakkan ditempat benda uji tepat di tengah pada alat uji.
- e. Mesin dinyalakan dengan pemberian beban yang terus meningkat.
- f. Pembebanan dilakukan sampai bebannya turun dan dicatat beban maksimum yang terjadi.

##### **2. Pengujian Daya Serap Air**

Pengujian daya serap air bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan *paving block* untuk menyerap air melalui pori-porinya. Langkah-langkah pengujian SNI 03-0691-1996 adalah sebagai berikut:

- a. Rendam benda uji kedalam air hingga jenuh selama 24 jam, kemudian timbang beratnya dalam keadaan basah dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,5 gram.
- b. Keringkan benda uji dalam oven dengan suhu 115° C selama 24 jam sampai berat pada dua kali penimbangan selisihnya tidak lebih dari 0,2%.
- c. Timbang dalam keadaan kering oven.

### 3. Pengujian Ketahanan Aus

Pengujian keausan bertujuan untuk mengetahui ketahanan permukaan *paving block* terhadap gesekan terhadap benda lain. Langkah-langkah pengujian keausan berdasarkan SNI 03 – 0028 – 1987 adalah sebagai berikut :

- a. Tiga benda uji yang telah diangin-anginkan selama satu hari dibersihkan permukaannya dari kotoran yang menempel.
- b. Ambil benda uji dipotong berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 50 mm x 50 mm dan tebal 20 mm.
- c. Mesin aus yang digunakan, cara-cara mengaus dan berat jenis dikerjakan sesuai dengan SNI 03 – 0028 – 1987, Cara uji ubin semen.

## **4.4 Harga Pokok Produksi *Paving Block* dengan Limbah Arang Tempurung Kelapa Sawit**

### **4.4.1 Penentuan Harga Pokok Produksi**

Menentukan harga pokok produksi adalah bagaimana memperhitungkan biaya kepada suatu produk, yang dapat dilakukan dengan cara memasukan seluruh biaya produksi atau hanya memasukan unsur biaya produksi variabel saja.

### **4.4.2 Data Yang Diperlukan Dalam Penelitian**

Data yang diperlukan untuk menentukan harga pokok produksi adalah sebagai berikut:

1. Data harga *paving block* di pasaran (Kal-Bar)
2. Produktivitas tukang
3. Data biaya produksi, meliputi:
  - a. Menghitung Biaya Alat,
  - b. Menghitung Biaya Bangunan,
  - c. Menghitung Biaya Perawatan Alat,
  - d. Menghitung Biaya Upah,
  - e. Menghitung Biaya Material,
  - f. Menghitung Biaya Konsumsi,
  - g. Menghitung Biaya THR,
  - h. Menghitung Pengeluaran Per Hari,
  - i. Menghitung Pemasukan Per Hari,
  - j. Selisih (Keuntungan).

#### **4.4.3 Analisis Kelayakan Usaha *Paving Block* dengan Limbah Arang Tempurung Kelapa Sawit**

Analisis kelayakan usaha dilakukan dengan beberapa metode pengumpulan data, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka
 

Mencari literature yang berhubungan dengan penelitian tentang pembuatan *paving block*.
2. Wawancara
 

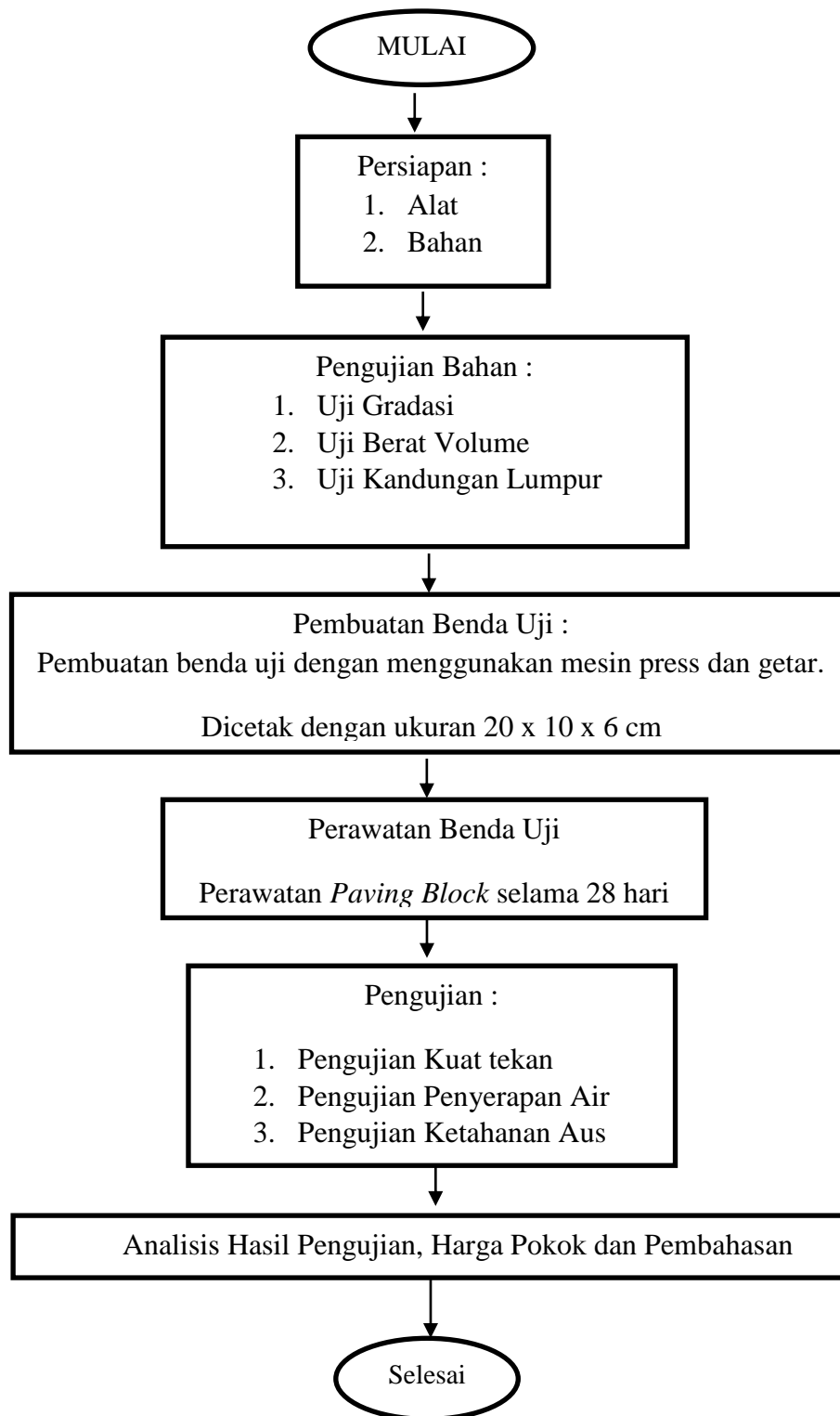
Dalam penelitian ini penulis akan mewawancarai pengusaha *paving block* sebagai data untuk menghitung harga pokok produksi.
3. Survei
 

Untuk membandingkan harga *paving block* yang ada di pasaran dengan *paving block* dengan bahan tambah arang tempurung kelapa sawit maka perlu

dilakukan survei langsung ke penjual paving block yang berada di Kota Sintang.

#### **4.5 Bagan Alir Penelitian**

Dari uraian diatas dapat dibuat bagan alir (*flow chart*). Berikut adalah *flow chart* pelaksanaan penelitian pembuatan paving block dengan limbah tempurug kelapa sawit yang dimulai dari persiapan alat dan bahan, pengujian, sampai dengan kesimpulan dari penelitian.



**Gambar 4.2** Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian