BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat, Waktu dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di empat tempat berbeda, sebagai berikut :

a. Pembuatan benda uji dilaksanakan di PT. Interblock yang beralamat di Lengkong Gudang Timur No.25 belakang Polsek BSD Tangerang Banten
b. Pemeriksaan sifat fisika *paving block* (kuat tekan dan penyerapan air) di Laboratorium Uji Bahan Universitas Negeri Jakarta.
c. Pemeriksaan sifat fisika *paving block* untuk ketahanan aus di Laboratorium Struktur dan Material Universitas Indonesia.

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan 28 April 2016 sampai 4 Oktober 2016

3.2. Populasi dan Sampel Penelitian

3.2.1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah benda uji *paving block* berbentuk balok dengan ukuran 21 cm x 10,5 cm x 6 cm (panjang x lebar x tinggi) yang menggunakan bubuk kaca sebagai pengganti sebagian semennya dengan persentase campuran 0%, 10%, 20%, 30%, dan 50% dari berat semen.

3.2.2. Sampel

Sampel adalah sebagian dari populasi, jumlah sampel yang digunakan sesuai dengan SNI 03-0691-1996 tentang *paving block*.

Tabel 3.1. Jumlah Benda Uji Untuk Setiap Variasi Kadar Bubuk Kaca

No.	Kadar Bubuk	Jumlah Benda Uji Kuat Tekan	Jumlah Benda Uji Ketahan Aus Abrasi	Jumlah Benda Uji Penyerapan Air
1	0%	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)
2	10%	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)
3	20%	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)

4	30%	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)
5	50%	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)	5 buah (28 hari)
Jumlah		**25 buah**	**25 buah**	**25 buah**
Total Benda Uji		**75 Buah**		

3.3. Definisi Operasional

Paving block adalah bahan bangunan yang termasuk kedalam produk beton yang terbuat dari bahan mortar. Penelitian ini bermaksud mengganti sebagian semen dengan bubuk kaca pada pembuatan *paving block*. Bubuk kaca yang dipakai berasal dari gilingan pabrik dengan bentuk awal adalah botol kaca bening. Ukuran *paving block* yang di gunakan untuk penelitian adalah 21 cm x 10,5 cm x 6 cm disesuaikan dengan ukuran cetakan *paving block* dari pabrik yang membantu pembuatan benda uji tersebut. Semen yang digunakan adalah semen merek Tiga Roda dan pasirnya adalah pasir beton Cianjur dengan kadar lumpurnya 3,85% yaitu yang sudah melalui tahap pencucian dan pemeriksaan bahan. Perbandingan semen dan pasir yang digunakan juga adalah 1 : 2,5. Pembuatan benda uji menggunakan mesin *press* hidrolik yang mana saat adukan dimasukan kedalam cetakan dalam keadaan telah ada papan dibawahnya, mesin akan digetarkan terlebih dahulu dengan tujuan agar cetakan teirisi sama rata. Lalu setelah cetakan terisi sama rata maka tombol ditekan dan plat cetakan bagian atas mesin mulai menekan dari atas cetakan selama ± 30 detik. Setelah itu tombol ditekan dan plat tekan mesinpun terangkat kembali keatas dan adukan yang telah berbentuk *paving block* pun dikeluarkan dari cetakan dan dijemur dengan cara diangin-anginkan. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air yang dilakukan pada saat *paving block* berumur 28 hari. Di uji pada umur 28 hari dikarenakan dalam penelitian ini yang ingin dilihat adalah hasil dari mutu

yang dihasilkan oleh *paving block* yang sebagian semennya diganti oleh bubuk kaca pada persentase 0%, 10%, 20%, 30% , dan 50% dari berat semen.

3.4. Metode dan Rancangan Penelitian

3.4.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan benda uji *paving block* berbentuk persegi dengan persentase bubuk kaca sebagai pengganti sebagian semennya 0%, 10%, 20%, 30%, dan 50% untuk mendapatkan sekumpulan data yang dianalisis secara statistik sederhana yang dibuat dalam bentuk grafik garis dan tabel dengan program *Microsoft Excel*. Tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Studi Literatur

   Penulis mencari referensi teori yang relefan atau penelitian sebelumnya tentang bubuk kaca sebagai bahan tambah ataupun pengganti pada produk beton kemudian mempelajarinya. Hasil dari studi literatur ini telah dijabarkan pada bab sebelumnya.

2. Pemeriksaan bahan penyusun

   Pengujian berat jenis semen, konsistensi normal semen, waktu ikat awal semen, berat jenis bubuk kaca, kadar air bubuk kaca, konsistensi normal semen 50% dan bubuk kaca 50%, waktu ikat awal semen 50% dan bubuk kaca 50%, uji kadar lumpur, uji kandungan zat organik, dan uji modulus halus butir pasir yang dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik sipil Universitas Negeri Jakarta. Sedangkan pemeriksaan komposisi unsur kimia pada bubuk kaca dan semen dilakukan di

Laboratorium *Fire Material* dan *Safety Engineering* Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

3. Pembuatan Benda Uji

   Benda uji yang disiapkan hanya pada sampel yang berumur 28 hari karena fokus pada penelitian ini hanya kepada mutu *paving block*, dan semua produk beton yang telah berumur 28 hari telah mengalami pengerasan sempurna untuk dilakukan pengujian mutu.

4. Pengumpulan Data

   Penulis melakukan tes uji tekan, tes ketahanan aus, dan tes penyerapan air pada tiap sampel lalu dicatat hasilnya. Tata cara tes pengujian mutu *paving block* dilakukan sesuai standar pengujian yang berlaku.

5. Analisa

   Setelah hasil data didapat maka penulis menganalisis sifat kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air dari setiap data tersebut untuk dikaji mutu dan nilai optimumnya.

3.4.2. Rancangan Penelitian

3.4.2.1. Standar Pengujian

Semua standar pengujian yang dilakukan mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (SNI). Adapun standar pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Semen
   a. Berat jenis semen sesuai dengan SNI 03-2531-1991.
   b. Konsistensi normal semen sesuai dengan SNI 03-6826-2002.
   c. Waktu ikat awal semen sesuai dengan SNI 03-6827-2002.

2. Pengujian Bubuk Kaca
   a. Berat jenis bubuk kaca mengikuti cara pengujian berat jenis semen portland yang sesuai dengan SNI 03-2531-1991.
   b. Kadar air bubuk kaca sesuai dengan SNI 03-6863-2002 tentang metode pengambilan contoh dan pengujian abu terbang atau pozzolan alam sebagai mineral pencampur dalam beton semen portland.
3. Uji Subtitusi
   a. Konsistensi normal semen 50% + bubuk kaca 50% % mengikuti cara pengujian konsistensi normal semen portland yang sesuai dengan SNI 03-6826-2002.
   b. Waktu ikat awal semen 50% + bubuk kaca 50% % mengikuti cara pengujian waktu ikat awal semen portland yang sesuai dengan SNI 03-6827-2002.
4. Pengujian Agregat Halus/ Pasir
   a. Uji kadar lumpur sesuai dengan SNI 03-4428-1997.
   b. Uji kandungan zat organik sesuai dengan SNI 03-1766-1990.
   c. Uji modulus halus butir sesuai dengan SNI 03-1968-1990 dan SNI 03-2834-2000.
5. Pengujian Kuat Tekan

   Pengujian mengacu kepada SNI 03-1974-1990 dan SNI 03-0691-1996 .
6. Pengujian Ketahan Aus (Ketahanan Abrasi)

   Pengujian mengacu kepada SNI 03-0691-1996 dan SNI 03-6428-2000.

7. Pengujian Penyerapan Air

Pengujian mengacu kepada SNI 03-0349-1989 dan SNI 03-0691-1996.

3.4.2.2. Bahan

Pada penelitian ini bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan benda uji *paving block* adalah semen, agregat halus (pasir), bubuk kaca, dan air.

1. **Semen**

   Semen yang digunakan adalah semen portland jenis I dengan merek semen Tiga Roda. Menggunakan merek semen Tiga Roda karena semen yang mudah didapat dan semen kualitas baik yang biasa digunakan di masyarakat Jabodetabek adalah semen merek tersebut. Semen yang digunakan adalah semen yang telah melalui tahapan pemeriksaan berat jenis, konsistesi normal semen, dan waktu ikat awal semen. Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan adalah 0,3.

2. **Agregat halus (Pasir)**

   Pasir yang digunakan adalah pasir beton Cianjur yang sudah dilakukan pencucian dan telah melalui tahap pemeriksaan uji kadar lumpur, uji kandungan zat organik, dan uji modulus halus butir.

3. **Bubuk Kaca**

   Bubuk kaca yang digunakan adalah bubuk kaca yang berasal dari botol kaca bening bekas yang dicuci bersih lalu dilakukan pemecahan kemudian ditumbuk sampai halus menjadi bubuk dengan mesin *crusher*. Bubuk kaca yang digunakan juga yang telah melalui tahapan pemeriksaan lolos saringan No.200, berat jenis, kadar air, konsistesi normal pada varian

bubuk kaca 50% dan semen 50%, waktu ikat awal pada varian bubuk kaca 50% dan semen 50%, dan uji komposisi unsur kimia.

4. Air

Air yang digunakan dalam pembuatan benda uji berasal dari air sumur pabrik pembuatan *paving block*.

3.4.2.3. *Mix Design*

Rata-rata berat satu *paving block* ukuran 21 x 10,5 x 6 cm di pabrik pembuatan benda uji yang dibuat dengan mesin *press* hidrolik adalah 3 kg. Perbandingan campuran semen dan pasirnya menggunakan rasio 1 : 2,5 yang apabila dalam benda uji kebutuhannya adalah sebagai berikut :

Semen = 1/3,5 x 3 kg = 0,86 kg

Pasir = 2,5/3,5 x 3 kg = 2,14 kg

Jumlah sample untuk setiap persentase bubuk kaca adalah 15 buah, maka ;

Semen = 0,86 kg x 15 buah = 12,90 kg

Pasir = 2,14 kg x 15 buah = 32,10 kg

Sehingga jumlah bubuk kaca yang dibutuhkan untuk tiap campuran persentase 0%, 10%, 20%, 30% dan 50% adalah ;

Bubuk kaca 0% = 12,90 kg x 0% = 0,00 kg

Bubuk kaca 10% = 12,90 kg x 10% = 1,29 kg

Bubuk kaca 20% = 12,90 kg x 20% = 2,58 kg

Bubuk kaca 30% = 12,90 kg x 30% = 3,87 kg

Bubuk kaca 50% = 12,90 kg x 50% = 6,45 kg

Maka akan ada pengurangan kebutuhan semen sebagai berikut ;

Semen pada bubuk kaca 0% = 12,90 kg – 0,00 kg = 12,90 kg

Semen pada bubuk kaca 10% = 12,90 kg – 1,29 kg = 11,61 kg

Semen pada bubuk kaca 20% = 12,90 kg – 2,58 kg = 10,32 kg

Semen pada bubuk kaca 30% = 12,90 kg – 3,87 kg = 9,03 kg

Semen pada bubuk kaca 50% = 12,90 kg – 6,45 kg = 6,45 kg

Bisa dihitung kebutuhan air yang dibutuhkan dalam pembuatan *paving block* sebagai berikut :

0,3 (nilai FAS) x 0,86 kg (berat semen 100% untuk satu buah) = 0,258 kg

= 0,258 liter

0,258 x 15 (jumlah benda uji tiap varian persentase) = 3,87 kg = 3,87 liter.

Tabel 3.2. Jumlah Material Bahan Pada Pembuatan *Paving Block*

Kadar Persentase	Uji	Jumlah Sampel	Semen	Pasir	Bubuk Kaca	Air
0%	Kuat Tekan	5 buah	12,90 kg	32,10 kg	0,00 kg	3,87 liter
	Ketahanan Aus	5 buah				
	Penyerapan Air	5 buah				
10%	Kuat Tekan	5 buah	11,61 kg	32,10 kg	1,29 kg	3,87 liter
	Ketahanan Aus	5 buah				
	Penyerapan Air	5 buah				
20%	Kuat Tekan	5 buah	10,32 kg	32,10 kg	2,58 kg	3,87 liter
	Ketahanan Aus	5 buah				
	Penyerapan Air	5 buah				
30%	Kuat Tekan	5 buah	9,03 kg	32,10 kg	3,87 kg	3,87 liter
	Ketahanan Aus	5 buah				
	Penyerapan Air	5 buah				
50%	Kuat Tekan	5 buah	6,45 kg	32,10 kg	6,45 kg	3,87 liter
	Ketahanan Aus	5 buah				
	Penyerapan Air	5 buah				
Total		**75 buah**	**50,31 kg**	**160,5 kg**	**14,19 kg**	**19,35 liter**

3.4.2.4. Pemeriksaan Bahan

Terlampir *(Lampiran 3-6)*

3.4.2.5. Pembuatan Benda Uji *Paving Block*

Pembuatan *paving block* menggunakan mesin pencetak *paving* yang dilaksanakan di pabrik *paving block* dengan pengujian sifat fisika yaitu kuat tekan, ketahan aus (ketahanan abrasi), dan penyerapan air .

Alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan benda uji ini adalah :

1) Mesin *press* hidrolik
2) Mesin pengaduk
3) Papan cetakan *paving block*
4) Sekop
5) Sendok semen
6) Ember
7) Agregat halus yang sudah diayak lewat saringan No.8
8) Semen Tiga Roda
9) Air
10) Bubuk kaca dari botol kaca bening yang lolos saringan No.200

Prosedur pembuatannya adalah :

1) Semen dan Bubuk kaca di aduk dan dicampurkan sampai menyatu dengan rata.
2) Masukkan pasir kedalam mesin pengaduk lalu masukkan campuran semen dan bubuk kaca kedalam mesin pengaduk juga.
3) Setelah pasir, semen, dan bubuk kaca homogen maka tambahkan air dengan FAS 0,3.
4) Mesin *press* dinyalakan dan papan diletakan dibawah cetakan mesin press.

5) Apabila pasir, semen, bubuk kaca dan air sudah tercampur rata dan menjadi mortar, maka masukkan kedalam mesin pencetak *paving block* dengan menggunakan sekop.
6) Dengan menggunakan lempengan besi khusus tersebut dipres/ ditekan sampai padat dan rata selama ±30 detik lalu cetakan mesin *press* diangkat dan *paving block* pun jadi.
7) *Paving block* yang sudah jadi dan sudah ada diatas papan kemudian dikeluarkan dari cetakan dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan atau dijemur dibawah terik matahari sehingga didapat *paving block* yang sudah jadi.
8) Selama 1 minggu perawatan *paving block* hanya disiram air setiap hari pada pagi dan sore hari. Tetapi setelah 1 minggu *paving block* direndam air didalam bak selama 2 minggu.
9) Setelah perawatan selama 3 minggu tersebut, angkat *paving block* untuk dijemur sampai hari ke 28 untuk mendapatkan *paving block* yang kering maksimal.

3.4.2.6. Pengujian Sampel

1. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan adalah beban persatuan luas yang menyebabkan beton hancur. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian pada kebutuhan struktur yang direncanakan.

Alat dan bahan yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :

1) Mesin penguji (*Crushing Test Machine*).

2) Benda uji adalah *paving block* yang berumur 28 hari sebanyak 25 buah dengan kondisi utuh dan tidak cacat.

Prosedur pemeriksaannya adalah :

1) Ambil 5 buah contoh benda uji pada masing-masing varian persentase.
2) Arah tekanan pada bidang tekan benda uji disesuaikan dengan arah tekanan beban dalam pemakaiannya.
3) Benda uji yang telah siap, ditentukan kuat tekannya dengan mesin tekan yang dapat diatur kecepatan penekanannya.
4) Kecepatan penekanan dari mulai pemberian beban sampai benda uji hancur diatur sehingga tidak kurang dari 1 menit dan tidak lebih dari 2 menit.
5) Kuat tekan benda uji dihitung dengan membagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur dengan luas bidang tekan bruto, dinyatakan dalam Mpa.
6) Setelah satu varian selesai maka ulangi prosedur no.1 sampai no.5 pada varian selanjutnya sampai semua sampel selesai diuji.

2. Pengujian Ketahanan Aus (Ketahanan Abrasi)

Pengujian ini memberikan indikasi ketahanan relatif terhadap keausan mortar dan beton berdasarkan hasil bor inti atau yang dicetak. Pengujian ini cocok untuk pemeriksaan mutu beton untuk jalan dan jembatan akibat lalu lintas.

Alat dan bahan yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :

1) Alat abrasi, sebuah bor atau alat sejenis lainnya yang kepala bornya menahan dan memutar pisau abrasi dengan kecepatan 200 putaran per menit dan dengan beban (98 ± 1) N bekerja pada permukaan benda uji.
2) Pemotong berputar
3) Tuas untuk menjepit benda uji secara kuat pada tempatnya pada saat mesin dihidupkan dan pemotong berputar menyentuh benda uji.
4) Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram
5) Pelat pengatur ketinggian
6) Benda uji adalah *paving block* yang berumur 28 hari sebanyak 25 buah.

Prosedur pemeriksaannya adalah :

1) Timbang benda uji dan catat beratnya.
2) Kencangkan benda uji secara tepat pada alat abrasi, sehingga permukaan yang akan diuji berada pada posisi tegak lurus dengan poros.
3) Pasang alat pemotong berputar pada alat abrasi.
4) Hidupkan mesin sehingga pemotong berputar menyentuh permukaan benda uji.
5) Setelah terjadi kontak antar pemotong dan permukaan, teruskan proses abrasi dengan beban berat (98 ± 1) N pada benda uji selama 2 menit. Pada setiap akhir 2 menit waktu abrasi, pindahkan benda uji dari alat abrasi dan bersihkan permukaannya menggunakan sikat

yang lembut atau dengan semprotan udara lalu timbang massa benda uji dan ukur kedalaman permukaan benda uji yang telah diauskan lalu catat hasilnya

6) Uji ketahanan aus untuk satu sampel paving dilakukan pada sisi tengah, sisi kanan dan kiri *paving block*. Maka ulangi no.1 sampai no. 5 untuk sisi kanan dan kiri sampel.

3. Pengujian Penyerapan Air

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai penyerapan air pada *paving block* apakah sesuai dengan persyaratan mutu SNI 03-0691-1996.

Alat dan bahan yang digunakan pada pemeriksaan ini adalah :

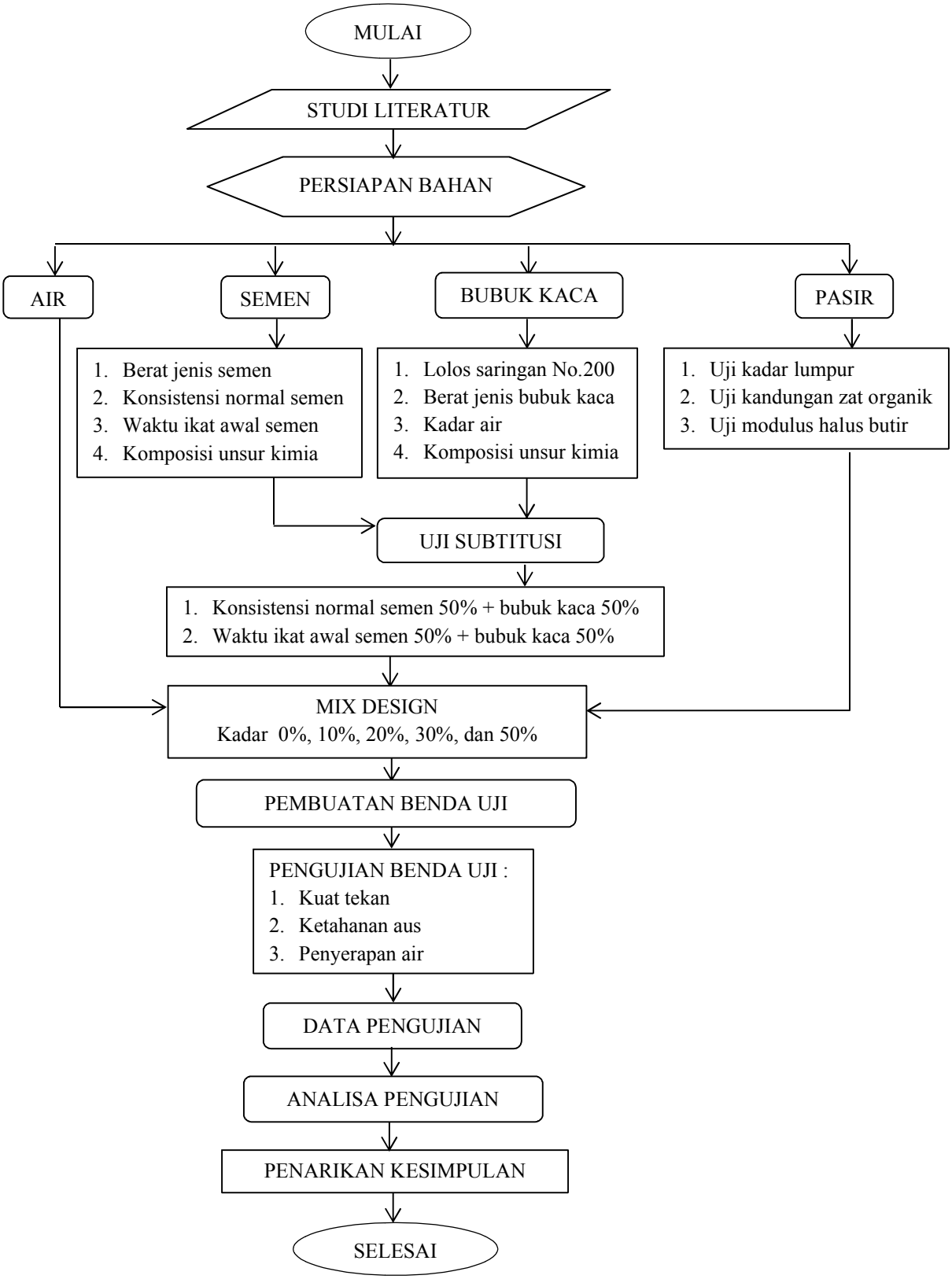
1) Timbangan yang dapat menimbang dengan ketelitian sampai 0,1% dari berat benda uji.
2) Oven yang dapat mencapai suhu 105 ± 5°C
3) Bak perendam
4) Benda uji adalah *paving block* yang berumur 28 hari sebanyak 25 buah.

Prosedur pemeriksaannya adalah :

1) Benda uji direndam dalam air bersih yang bersuhu ruangan, selama 24 jam.
2) Setelah 24 jam benda uji diangkat dari rendaman dan dibiarkan kurang lebih 1 menit hingga air permukaan benda uji tidak merembes.

3) Lap permukaan benda uji dengan kain yang lembab agar air yang berlebihan yang masih melekat di bidang permukaan benda uji terserap kain tersebut.
4) Timbang benda uji dan catat hasilnya
5) Masukkan benda uji kedalam oven. Nyalakan oven dan atur suhu oven 105 ± 5°C. Biarkan benda uji didalam oven selama 24 jam
6) Keluarkan benda uji dari dalam oven setelah 24 jam dan biarkan sampai mencapai suhu kamar.
7) Timbang benda uji dan catat hasilnya sebagai berat benda uji kering.
8) Hitung selisih penimbangan dalam keadaan basah dan dalam keadaan kering lalu di bagi dengan hasil timbangan dalam keadaan kering dan hasilnya dijadikan persen.
9) Nilai penyerapan air adalah nilai rata-rata penyerapan air dari 5 benda uji untuk setiap varian.

3.5. Perlakuan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.6. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini diambil dari hasil pengujian dengan melakukan pengujian kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air dengan menggunakan mesin uji.

3.7. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dihasilkan melalui pemeriksaan kuat tekan, ketahanan aus, dan penyerapan air dengan menggunakan mesin uji yang dilakukan di laboratorium. Hasil pengolahan data dihitung dan dirata-ratakan dengan menggunakan analisa statistik sederhana lalu dibuat dalam bentuk grafik garis dan tabel dengan program *Microsoft Excel*, kemudian hasil penelitian disimpulkan dan dibahas secara deskriptif.