

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

Penelitian ini merupakan penelitian yang dilakukan secara eksperimen yang dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini memiliki variabel bebas yaitu persentase penambahan *superplasticizer* Viscocrete-3115N dan variabel kontrol berupa kuat tekan beton, agregat halus, agregat kasar alam, agregat kasar beton limbah dan air.

#### **4.2 Bahan dan ALat**

Peralatan dan bahan merupakan hal yang penting dalam keberlangsungan penelitian. Peralatan dengan ketelitian baik diperlukan untuk menghasilkan penelitian berakurasi baik. Mutu bahan yang digunakan dalam penelitian juga perlu diperhatikan agar kualitas penelitian menjadi baik.

##### **4.2.1 Bahan**

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut ini.

1. Semen(*Portland composite cement*) merk Holcim. (Gambar L- 4.1)
2. *Superplasticizer* Viscocrete-3115N.( Gambar L- 4.2)
3. Agregat halus berupa pasir Merapi. (Gambar L- 4.3)
4. Agregat kasar batu pecah dari Merapi. (Gambar L- 1.3)
5. Agregat kasar berupa beton limbah.( Gambar L- 4.4)

Agregat kasar beton limbah didapat dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Beton limbah yang digunakan adalah beton kontrol proyek pembangunan gedung Fakultas Hukum Universita Islam Indonesia dengan  $f^c$  rencana sebesar 30 MPa. Beton silinder bekas pengujian tersebut kemudia dipecah menggunakan mesin pemecah batu (*stone crusher*)

milik P.T. JAP. Detail beton limbah yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 6.

6. Air dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

#### 4.2.2 Peralatan

Guna menunjang penelitian ini, diperlukan beberapa peralatan yang digunakan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

##### 1. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menakar kebutuhan material yang digunakan dalam pembuatan benda uji. Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan neraca ohaus (Gambar L- 4.5 ) dan timbangan jarum (Gambar L- 4.6).

##### 2. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar kebutuhan material cair seperti air dan *superplasticizer* Viscocrete-3115N. Ukuran gelas ukur yang digunakan bervariasi berdasarkan keperluan penakaran. Gelas ukur yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L- 4.7.

##### 3. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis atau densitas fluida. Penelitian ini menggunakan piknometer dengan ukuran 500 ml, nilai volume ini valid pada temperatur yang tertera pada piknometer tersebut.

Dalam penelitian ini piknometer digunakan dalam pengujian berat jenis agregat halus. Piknometer yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L- 4.8

##### 4. Saringan

Saringan yang digunakan dalam penelitian ini berupa saringan untuk pengujian analisa lolos saringan dan modulus halus butir. Saringan dan alat yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L- 4.9.

##### 5. Cetakan silinder

Cetakan silinder merupakan cetakan yang digunakan untuk membentuk campuran beton menjadi bentuk silinder sebagai benda uji dengan ukuran

bervariasi. Penelitian ini menggunakan cetakan silinder dari besi dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Cetakan silinder dapat dilihat pada Lampiran 1 Gambar L- 4.10

6. Alat ukur

Alat ukur yang dimaksud dalam penelitian ini adalah alat ukur dimensi, bisa berupa penggaris maupun kaliper. Alat ukur digunakan untuk mengukur dimensi dari suatu benda seperti cetakan, benda uji dan pengukuran lain dalam pengujian. Alat ukur yang digunakan dapat dilihat pada Gambar L- 4.11.

7. Oven

Penelitian ini menggunakan oven untuk mengeringkan benda uji dalam beberapa pengujian seperti berat jenis agregat dan pengujian penyerapan air. Oven yang digunakan dapat dilihat pada Gambar L- 4.12.

8. Ember

Ember digunakan sebagai tempat untuk menampung material dan sebagai alat pembantu dalam memasukkan material ke mesin pengaduk maupun mesin *mini stone crusher*.

9. Mesin pemecah batu

Mesin pemecah batu dalam penelitian ini digunakan untuk memecah beton limbah sisa penelitian menjadi butiran butiran kecil yang akan digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar. Mesin yang digunakan adalah mesin pemecah batu milik P.T. JAP.

10. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams digunakan dalam pengujian nilai *slump* sebagai cetakan dan patok ukur keruntuhan campuran beton. Kerucut abraham yang digunakan dapat dilihat pada Gambar L- 4.13.

11. Mesin pengaduk beton

Mesin yang digunakan adalah mesin pengaduk berkapasitas 0,5 m<sup>3</sup> dengan mesin bertenaga listrik. Mesin ini dimiliki oleh Laboratorium BKT Universitas Islam Indonesia. Mesin pengaduk beton yang digunakan dapat dilihat pada Gambar L- 4.14.

## 12. Alat uji tekan beton

Alat ini berupa mesin yang digunakan untuk memberi tekanan pada benda uji. Selain untuk uji tekan, alat ini juga digunakan untuk pengujian kuat tarik belah beton. Mesin ini memiliki kecepatan pembebanan 5 KN per detik. Mesin yang digunakan untuk alat uji sebelumnya sudah di kalibrasi untuk menghasilkan akurasi yang baik. Alat uji tekan dapat dilihat pada Gambar L- 4.15.

### 4.3 Benda Uji

Benda uji adalah benda yang digunakan suatu penelitian untuk diuji berdasarkan acuan pengujian tertentu. Dalam penelitian ini digunakan benda uji silinder. Berdasarkan SNI-2493-2011 Tatacara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium, benda uji yang digunakan untuk kuat tekan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Jumlah benda uji yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Kebutuhan sampel pengujian beton**

Jenis Pengujian	Kode Sample	Persentase penggunaan beton limbah (%)	Persentase penggunaan <i>superplasticizer</i> (%)	Jumlah sampel	Total Sampel
Kuat Tekan	A	40	0	5 sampel	20
	B	40	0,3	5 sampel	
	C	40	0,5	5 sampel	
	D	40	0,7	5 sampel	
Kuat Tarik	A	40	0	5 sampel	20
	B	40	0,3	5 sampel	
	C	40	0,5	5 sampel	
	D	40	0,7	5 sampel	
<b>Jumlah =</b>					40 Sampel

### 4.4 Tahap Penelitian

Untuk menghasilkan penelitian dengan akurasi baik, diperlukan adanya prosedur yang harus dilakukan secara bertahap. Tahapan tersebut harus dilakukan dengan pengendalian mutu agar sesuai persyaratan penelitian.

#### 4.4.1 Penyiapan bahan

Sebelum dimulainya penelitian, bahan harus disiapkan terlebih dahulu. Persiapan bahan dibutuhkan untuk menyediakan bahan dengan mutu baik. Persiapan yang dilakukan berupa pembersihan material dari kotoran maupun benda lain yang tidak terpakai, bahkan dapat merusak hasil penelitian dan pengujian awal terhadap bahan yang digunakan. Adapun persiapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penyiapan material khusus

Material khusus yang dimaksud adalah agregat kasar berupa beton limbah. Beton limbah berupa benda uji hasil pengujian dihancurkan dengan mesin pemecah batu agar mendapat beton dengan ukuran yang diinginkan, sehingga memenuhi syarat sebagai campuran beton uji. Beton limbah yang dipakai adalah yang memiliki ukuran antara 4,8–40 mm.

2. Pembersihan material

Pembersihan material dilakukan pada material padat, yaitu agregat halus, agregat kasar alam, dan agregat kasar beton limbah. Tujuan pembersihan ini adalah untuk menghasilkan material yang memenuhi persyaratan untuk campuran beton, dimana agregat halus harus terhindar dari lumpur dengan kadar tertentu dan agregat kasar harus bersih dari sampah-sampah organik maupun anorganik yang dapat mempengaruhi hasil penelitian. Material yang sudah dibersihkan kemudian disimpan dalam wadah yang terjaga, sehingga kondisi material tidak berubah.

3. Pengujian material

Sebelum digunakan dalam penelitian, benda uji yang digunakan harus diuji terlebih dahulu. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik material seperti berat jenis, berat volume, penyerapan air, kandungan lumpur dan analisa saringan. Pengujian berat jenis, berat volume dan penyerapan air digunakan untuk melakukan perencanaan pembuatan benda uji dan sebagai kontrol. Pengujian kandungan lumpur dan analisa saringan digunakan sebagai uji kelayakan material. Apabila benda uji tidak memenuhi syarat, maka material tidak dapat digunakan atau bisa digunakan namun harus dilakukan modifikasi

terhadap material tersebut. Prosedur pengujian akan dijelaskan pada 4.5 tentang prosedur pengujian.

#### 4.4.2 Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji dilakukan berdasarkan SNI-2493-2011 Tatacara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium dan SNI 03-2834-2000 tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.

Langkah langkah pembuatan benda uji beton sebagai berikut ini.

1. Menyiapkan agregat halus, agregat kasar, air yang sebelumnya sudah di bersihkan dan di uji, serta peralatan untuk menakar seperti timbangan dan gelas ukur.
2. Takar bahan yang digunakan sebagai campuran beton sesuai perencanaan yang telah dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000.
3. Memasukkan bahan yang telah ditakar kedalam wadah ember untuk memudahkan pada saat pencampuran.
4. Menyiapkan cetakan silinder dan diolesi dengan oli bekas dan menimbangya dan catat.
5. Menyiapkan mesin pengaduk beton dan tempat menuang beton segar.
6. Memasukkan agregat kasar, agregat halus ke mesin pengaduk dalam keadaan hidup, aduk hingga agregat kasar dan agregat halus tercampur merata.
7. Memasukkan semen ke mesin pengaduk dan tunggu hingga campuran merata.
8. Menuangkan air yang telah ditakar kedalam mesin pengaduk sedikit demi sedikit, hal ini bertujuan untuk mengontrol keenceran campuran beton segar.
9. Menambahkan *superplasticizer* Viscocrete-3115N kedalam campuran beton segar.
10. Melakukan uji *slump*.
11. Apabila uji *slump* telah memenuhi syarat, memasukkan campuran beton segar ke cetakan yang telah disiapkan. Masukkan tiap satu per tiga bagian cetakan terisi, kemudian tumbuk dan pukul dengan palu karet secukupnya hingga beton diarsa merata tanpa rongga. Mengulangi proses ini hingga cetakan penuh.
12. Meratakan permukaan beton dengan alat.

13. Apabila beton segar terlalu kental, bisa melakukan penggetaran pada beton menggunakan mesin penggetar agar tidak ada rongga pada beton.
14. Menimbang berat beton segar dalam cetakan dan catat.
15. Setelah satu jam, mengambil air akibat *bleeding* dengan pipet, dan mencatat jumlah air tersebut, dan
16. Setelah 24 jam, membuka cetakan dan dilakukan perawatan.

#### **4.4.3 Perawatan benda uji**

Perawatan benda uji juga didasarkan pada SNI-2493-2011 Tatacara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. Penelitian ini menggunakan metode perawatan benda uji dengan direndam dalam air setelah dikeluarkan dari cetakan. Lama perawatan beton dilakukan hingga 1 hari sebelum pengujian dilakukan, hal ini bertujuan agar beton sudah kering saat diuji.

#### **4.4.4 Pengujian benda uji**

Pada tahap pengujian ini, benda uji beton diuji tekan pada umur 28 hari. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji ditimbang berat serta diukur dimensinya untuk kebutuhan data penelitian. Benda uji dikaping terlebih dahulu agar permukaan benda uji rata. Data yang didapatkan dari hasil pengujian tersebut kemudian dianalisis.

#### **4.4.5 Analisis**

Tahap analisis dilakukan terhadap data hasil pengujian benda uji beton. Dalam penelitian ini analisis yang dilakukan adalah analisis perbandingan sebab akibat yang berkaitan dengan nilai *slump* dan kuat tekan beton, kemudian dipaparkan kedalam grafik.

### **4.5 Prosedur Pengujian**

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengujian. Tahapan dan langkah langkah pengujian tersebut akan di jelaskan secara rinci dan sistematis.

#### **4.5.1 Berat jenis dan penyerapan air**

Pengujian berat jenis dan penyerapan air memiliki kesamaan dalam tahapan, sehingga dimungkinkan untuk melakukan pengujian sekaligus. Pengujian ini

dilakukan pada agregat kasar dan agregat halus. Tahapan pengujian diuraikan sebagai berikut ini.

#### 1. Agregat halus

Langkah-langkah dalam pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus adalah sebagai berikut:

- a. agregat halus yang digunakan pada pengujian ini dalam kondisi jenuh kering permukaan (SSD),
- b. menimbang agregat halus SSD sebanyak 500 gram dan memasukkannya ke dalam piknometer,
- c. menuangkan air ke dalam piknometer yang sudah ada agregat halus,
- d. memutar piknometer yang berisi agregat halus dan air ke kiri dan ke kanan dalam kondisi miring hingga gelembung-gelembung udara dalam agregat keluar,
- e. setelah gelembung-gelembung keluar dari agregat, lalu menambahkan air ke dalam piknometer sampai batas kapasitas piknometer kemudian ditimbang dan dicatat hasilnya,
- f. agregat halus dikeluarkan dari piknometer kemudian agregat diletakkan ke dalam pan lalu dimasukkan ke dalam oven selama  $\pm 24$  jam,
- g. piknometer yang telah kosong diisi dengan air sampai batas kapasitasnya, kemudian ditimbang dan dicatat beratnya,
- h. setelah 24 jam, agregat dikeluarkan dari oven lalu ditimbang dan dicatat beratnya,
- i. dari hasil penimbangan yang sudah dicatat kemudian digunakan untuk menghitung berat jenis semu, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis curah, dan penyerapan air dengan persamaan (3.7) sampai persamaan (3.10).

#### 2. Agregat Kasar

Pengujian ini pada agregat kasar alam maupun agregat kasar beton limbah memiliki kesamaan tahapan. Adapun langkah-langkah pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar sebagai berikut:

- a. gunakan agregat yang telah dicuci sebelumnya, seperti yang sudah dijelaskan pada 4.4.1, agregat direndam dalam air selama  $\pm 3$  jam kemudian diangkat lalu diangin-anginkan,
- b. setelah agregat mencapai kondisi SSD, menimbang agregat sebanyak 5000 gram kemudian dimasukkan ke dalam keranjang kawat dan dicelupkan ke air dan ditimbang serta dicatat,
- c. mengeluarkan agregat dari keranjang lalu dimasukkan ke dalam pan dan dikeringkan ke dalam oven selama  $\pm 24$  jam,
- d. setelah 24 jam, agregat dikeluarkan kemudian ditimbang lalu dicatat beratnya,
- e. dari hasil penimbangan yang sudah dicatat kemudian digunakan untuk menghitung berat jenis semu, berat jenis jenuh kering permukaan, berat jenis curah, dan penyerapan air dengan persamaan (3.2) sampai persamaan (3.5).

#### 4.5.2 Analisa saringan

Pengujian analisa saringan dilakukan menggunakan alat penggetar yang telah didesain untuk pengujian analisa saringan. Pengujian ini memiliki tahapan yang sama antara agregat halus dan agregat kasar. Perbedaan terdapat pada penggunaan saringan. Pada pengujian terhadap agregat halus digunakan saringan 10,00 mm; 4,80 mm; 2,40 mm; 1,20 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; dan pan, sedangkan pada pengujian terhadap agregat kasar menggunakan saringan 40 mm; 20 mm; 10 mm; 4,8 mm; dan pan.

Tahapan pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. agregat yang digunakan dalam pengujian ini adalah agregat kasar dalam kondisi kering mutlak sebanyak 2000 gram,
2. menyusun saringan dari lubang yang paling besar dari atas ke bawah
3. memasukkan agregat ke saringan langsung diayak/disaring dengan bantuan mesin pengguncang selama 10 – 15 menit,
4. mengeluarkan agregat yang tertinggal di setiap saringan, masukkan kedalam wadah, kemudian ditimbang dan dicatat,

5. hasil penimbangan yang sudah dicatat kemudian digunakan untuk menentukan ukuran maksimum dan menghitung Modulus Halus Butir (MHB) agregat yang digunakan. MHB dapat dihitung dengan Persamaan (3.6),

#### 4.5.3 Berat volume

Pengujian berat volume antara agregat kasar dan agregat halus sama, sehingga dijelaskan sekaligus. Tahapan-tahapan pengujian berat volume adalah sebagai berikut:

1. agregat yang digunakan dalam pengujian ini adalah agregat halus atau agregat kasar dalam kondisi SSD,
2. mengukur cetakan berbentuk silinder, dimensi yang diukur meliputi diameter dan tinggi di bagian dalam cetakan serta ditimbang lalu dicatat dimensi dan beratnya,
3. untuk pengujian berat volume padat, agregat halus atau agregat kasar dimasukkan dalam cetakan silinder per 1/3 dari tinggi silinder dan setiap bagian ditumbuk sebanyak 25 kali secara merata, lalu diratakan. Hal tersebut dikerjakan sampai volume penuh,
4. untuk pengujian berat volume gembur, agregat halus atau agregat kasar dimasukkan ke dalam cetakan silinder sampai penuh tanpa pemadatan lalu diratakan, kemudian ditimbang dan dicatat,
5. dari hasil pengukuran dan penimbangan yang telah dilakukan kemudian data tersebut digunakan untuk menghitung berat volume agregat menggunakan persamaan (3.7).

#### 4.5.4 Slump test

Pengujian *slump* dilakukan pada saat campuran beton segar dituang dari mesin pengaduk. Langkah-langkah pengujian *slump* adalah sebagai berikut:

1. memasukkan adonan beton segar ke kerucut Abrams secara bertahap setiap 1/3 bagian. Setiap lapisan dari adonan ditumbuk dengan besi berdiameter 16 mm sebanyak 25 kali secara merata. Setelah semua bagian mendapatkan perlakuan yang sama,

2. ulangi langkah nomor 1 hingga adonan beton segar memenuhi kerucut abram dan ratakan,
3. adukan beton tersebut didiamkan selama 30 detik. Selanjutnya kerucut Abrams diangkat secara vertikal agar campuran beton tidak runtuh. Kemudian kerucut Abrams diletakkan di samping adukan beton yang telah dicetak dan dilakukan pengukuran tinggi slump dengan menggunakan penggaris.

#### **4.5.5 Kuat tekan beton**

Tahapan dalam pengujian kuat tekan beton pada benda uji silinder adalah sebagai berikut:

1. menyiapkan peralatan dan benda uji yang akan digunakan.,
2. benda uji ditimbang dan diukur dimensinya,
3. apabila permukaan atas silinder tidak rata, maka perlu diratakan menggunakan belerang. Belerang dipanaskan hingga meleleh, belerang yang sudah cair di letakkan pada cetakan, letakkan permukaan beton yang tidak rata pada cetakan yang telah diberi belerang cair, tunggu hingga mengeras,
4. meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris. Lalu mesin dijalankan dengan penambahan beban yang konstan, sekitar 5 kN per detik, dan
5. dilakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian.

#### **4.5.6 Kuat tarik belah beton**

Tahapan pengujian kuat tarik beton adalah sebagai berikut.

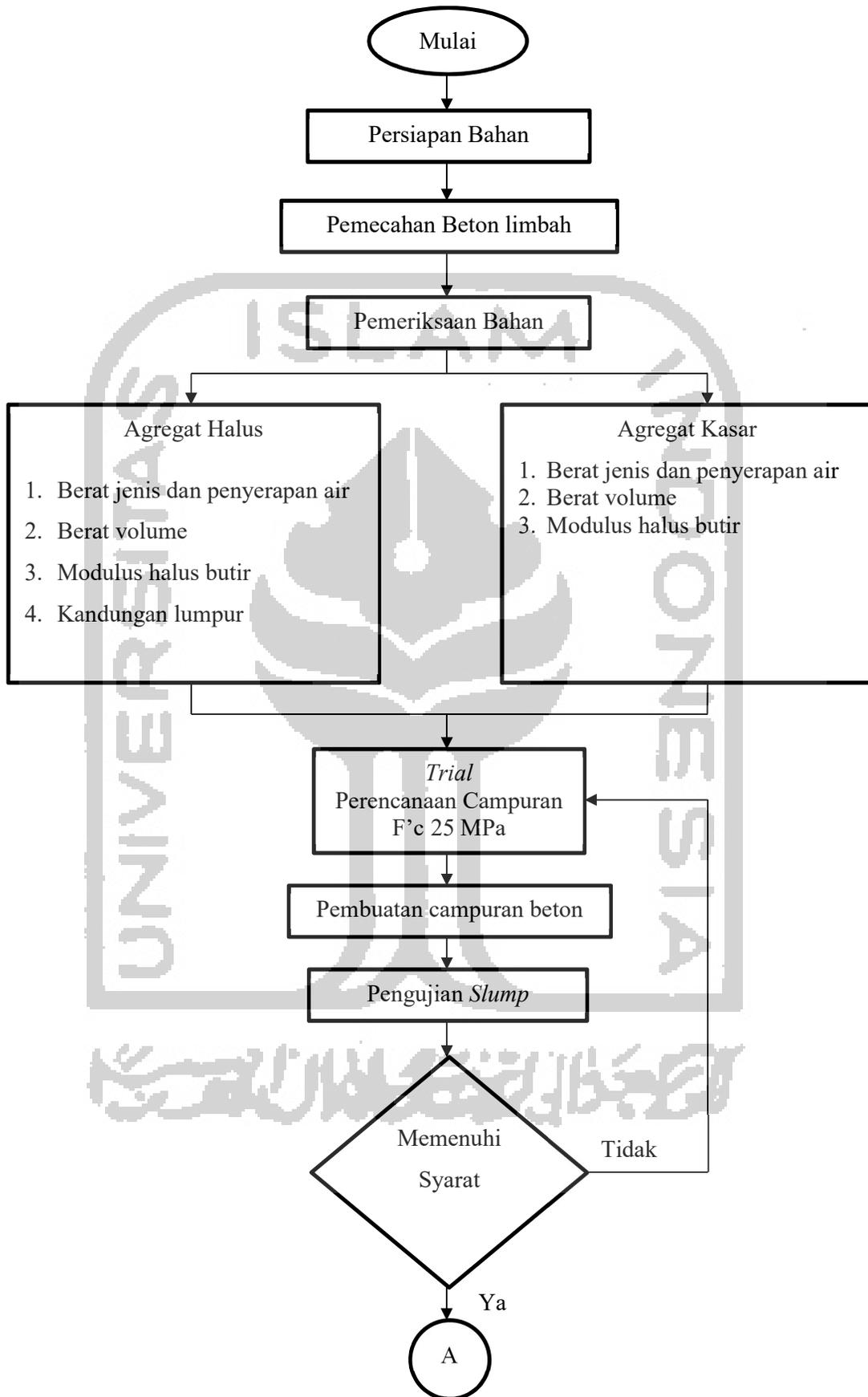
1. menyiapkan peralatan dan benda uji yang akan digunakan,
2. mengukur diameter dan tinggi benda uji kemudian ditimbang beratnya,
3. memberi tanda dengan cara ditarik garis tengah pada setiap sisi ujung benda uji dengan menggunakan alat bantu yang sesuai, sehingga dapat dipastikan bahwa kedua garis tengah tersebut berada dalam bidang aksial yang sama,
4. meletakkan bantalan bantu pembebanan di atas meja tekan bagian bawah dari mesin uji tekan pada bagian tengah-tengahnya,

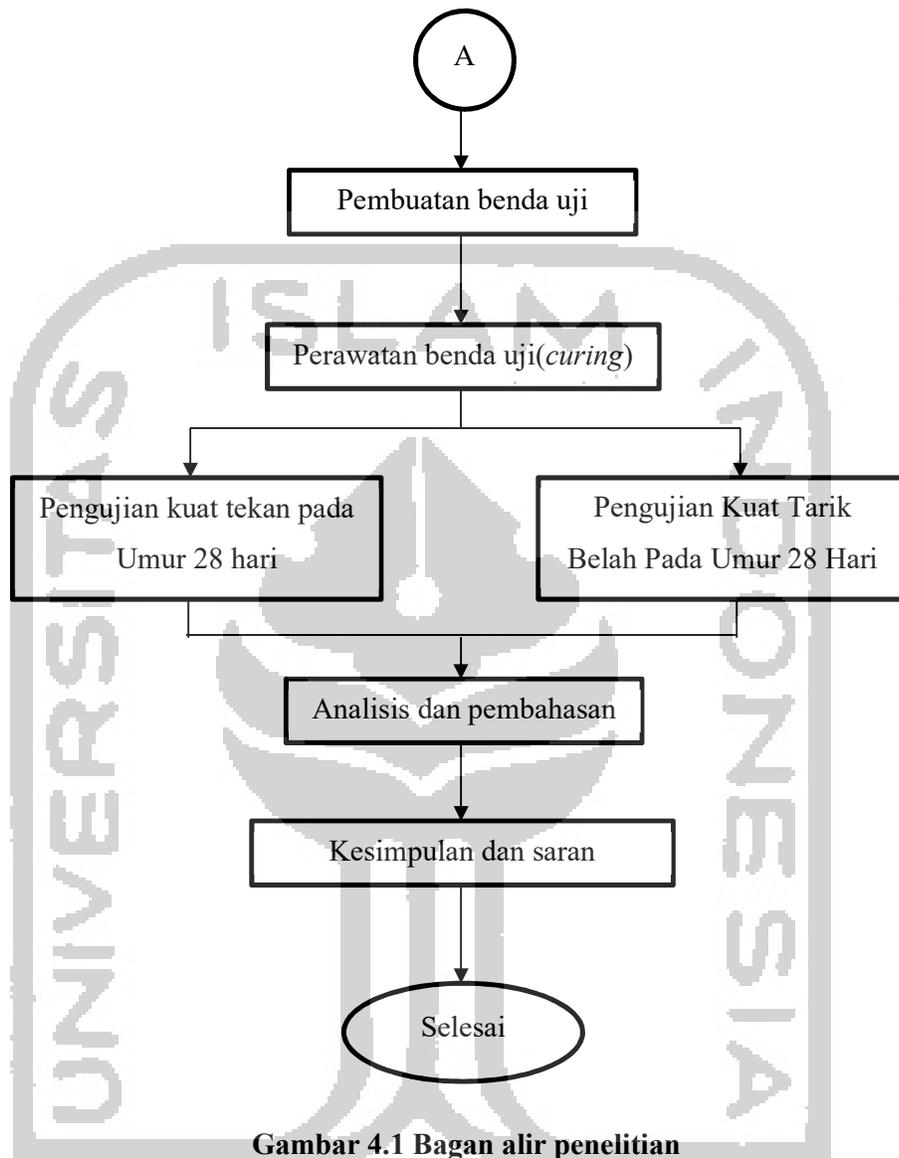
5. meletakkan benda uji di atas bantalan sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada benda uji terlihat tegak lurus terhadap titik tengah bantalan bantu pembebanan tersebut,
6. meletakkan bantalan bantu pembebanan yang lain di atas benda uji, sedemikian rupa hingga titik tengahnya sejajar dengan garis tengah benda uji yang ada pada ujung silinder,
7. mengatur posisi pengujian hingga tercapai kondisi: proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada kedua ujung benda uji tepat sejajar dengan titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin uji,
8. menjalankan mesin uji tekan dengan pemberian beban dilakukan secara menerus tanpa sentakan dengan kecepatan pembebanan konstan sampai benda uji terbelah, dan
9. setelah benda uji terbelah, kemudian beban maksimum dicatat.

#### **4.6 Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 Berikut







**Gambar 4.1 Bagan alir penelitian**