

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat, Waktu dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan Universitas Negeri Jakarta yang terletak di Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur. Waktu penelitian dilakukan dari bulan November 2016 – Januari 2017.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

3.2.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah benda uji beton yang menggunakan limbah karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan komposisi campuran 0% sebagai beton kontrol, 20%, 30% dan 40% dari berat semen.

3.2.2 Sampel

Sampel yang akan diuji dalam penelitian ini berjumlah 24 sampel yang merupakan keseluruhan dalam populasi yang akan diuji kuat tekannya. Dimana jumlah sampel yang dipakai sesuai dengan SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung dan SNI 2458:2008 tentang Tata Cara Pengambilan Contoh Beton Segar.

Tabel 3.1. Rencana Uji Laboratorium

Macam Pengujian	Ukuran Contoh Benda Uji	Persentase Limbah Karbit	Umur Pengujian Beton (hari)	
			14	28
Kuat Tekan	Silinder 15x30cm	0%	3	3
Kuat Tekan	Silinder 15x30cm	20%	3	3
Kuat Tekan	Silinder 15x30cm	30%	3	3
Kuat Tekan	Silinder 15x30cm	40%	3	3
Total Benda Uji			12	12
Jumlah			24	

3.3 Metode dan Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan adalah metode eksperimen dengan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang dibuat dengan menambahkan limbah karbit sebagai pengganti sebagian semen dengan komposisi campuran 0% sebagai kontrol, 20%, 30%, dan 40% dari berat semen.

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu persiapan, pemeriksaan material bahan, perencanaan proporsi campuran, pengadukan, pembuatan, perawatan benda uji dan pengujian kuat tekan benda uji yang akan dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Universitas Negeri Jakarta yang terletak di Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur.

3.4.1 Tahap Persiapan

Dalam persiapan penelitian ini dilakukan segala hal yang mendukung terlaksananya proses penelitian. Dimulai dari perizinan peminjaman Laboratorium Uji Bahan Universitas Negeri Jakarta yang terletak di Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur, pelaksanaan pengadaan bahan material seperti pasir, kerikil, semen, serta pengadaan limbah karbit, dan pengadaan alat yang akan digunakan dalam penelitian.

3.4.2 Tahap Pemeriksaan Bahan

Sebelum bahan-bahan yang sudah tersedia di gunakan dalam penelitian, maka harus diadakan pemeriksaan terhadap bahan-bahan tersebut. Adapun pemeriksaan yang dilakukan diuraikan sebagai berikut :

3.4.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar (*Split*) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Tangerang. Adapun pemeriksaan terhadap agregat kasar antara lain :

1) Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu dan penyerapan (absorpsi) dari agregat kasar.

- a. Berat jenis curah ialah perbandingan antara berat agregat kasar dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh 25°C.

Dinyatakan dengan rumus $\frac{C}{G-H}$ (3.1)

- b. Berat jenis jenuh kering permukaan jenuh ialah perbandingan antara berat agregat kasar permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C. Dinyatakan dalam rumus

$\frac{G}{G-H}$ (3.2)

- c. Berat jenis semu ialah perbandingan antara berat agregat kasar dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu

25°C. Dinyatakan dalam rumus $\frac{C}{C-H}$ (3.3)

- d. Penyerapan ialah perbandingan berat air yang terdapat pada pori terhadap berat agregat kasar, dinyatakan dalam persen. Dinyatakan dalam rumus

$$\frac{G-C}{C} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan:

H = Berat agregat dalam air

G = Berat contoh kondisi SSD

C = Berat agregat kering oven

2) Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar

Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran agregat dan juga untuk mendapatkan nilai modulus halus butir (MHB). Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2%
- b. Perangkat saringan agregat kasar dengan ukuran lubang 37.5 mm, 25 mm, 19.1 mm, 12.5 mm, 9.5 mm, no.4 (4.75 mm), no.8 (2.38 mm), no.16 (1.19 mm), no.30 (0.59 mm), no.50 (0.297 mm), no.100 (0.149 mm), no.200 (0.075 mm) .
- c. Oven
- d. Alat pemisah contoh (*sample splitter*)
- e. Mesin penggetar saringan
- f. Talam

3) Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat. Nilai kadar air ini digunakan untuk perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton. kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen. Alat yang digunakan

adalah timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat contoh, oven dan talam logam. Perhitungan kadar air dinyatakan dalam rumus :

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W3-W5}{W5} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

W3 = Berat contoh semula (gram)

W5 = Berat contoh kering (gram)

3.4.2.2 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berupa pasir beton yang berasal dari Subang. Adapun pemeriksaan terhadap pasir meliputi:

1) Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Halus

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur harus lebih kecil dari 5%, merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton. alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas ukur 1000 ml, plastik dan karet penutup.

$$\text{Perhitungan kadar lumpur pasir} = \frac{V1}{V1+V2} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan:

V1 = Volume lumpur dalam gelas ukur

V2 = Volume pasir dalam gelas ukur

2) Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran agregat dan juga untuk mendapatkan nilai modulus halus butir (MHB). Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2%

- b. Perangkat saringan agregat halus 9,5 mm, no.4 (4.75 mm), no.8 (2.38 mm), no.16 (1.19 mm), no.30 (0.59 mm), no.50 (0.297 mm), no.100 (0.149 mm), no.200 (0.075 mm).
- c. Oven
- d. Alat pemisah contoh (*sample splitter*)
- e. Mesin penggetar saringan
- f. Talam

3) Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu dan penyerapan (absorpsi) dari agregat halus.

- a. Berat jenis curah ialah perbandingan antara berat agregat halus dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh 25°C.

Dinyatakan dengan rumus $\frac{E}{B+D-C}$ (3.7)

- b. Berat jenis jenuh kering permukaan jenuh ialah perbandingan antara berat agregat halus permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C. Dinyatakan dalam rumus

$\frac{B}{B+D-C}$ (3.8)

- c. Berat jenis semu ialah perbandingan antara berat agregat halus dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu

25°C. Dinyatakan dalam rumus $\frac{E}{E+D-C}$ (3.9)

- d. Penyerapan ialah perbandingan berat air yang teradapat disetiap pori terhadap berat agregat halus, dinyatakan dalam persen. Dinyatakan dalam rumus $\frac{B-E}{E} \times 100\%$ (3.10)

Keterangan:

A = Berat Piknometer

B = Berat contoh Kondisi SSD

C = Berat Piknometer + contoh pasir + air

D = Berat Piknometer + air

E = Berat contoh kering pasir (oven)

4) Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat. Nilai kadar air ini digunakan untuk perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton. kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen. Alat yang digunakan adalah timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat contoh, oven dan talam logam. Perhitungan kadar air dinyatakan dalam rumus :

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W3-W5}{W5} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan:

W3 = Berat contoh semula (gram)

W5 = Berat contoh kering (gram)

5) Pengujian Kadar Zat Organik Agregat Halus

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan angka dengan petunjuk larutan standar atau standar warna yang telah ditentukan terhadap larutan benda

uji pasir. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan pengendalian mutu agregat. Alat yang digunakan adalah timbangan dengan ketelitian 0.01% dari berat contoh, gelas ukur kapasitas 200 ml, dan standar warna. Bahan yang digunakan adalah pasir, larutan natrium sulfat (NaOH) sebanyak 3% dan air aquades.

3.4.2.3 Semen Portland

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I, yaitu semen SCG yang didapat dari toko material terdekat dari Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta. Adapun pemeriksaan terhadap semen sebagai berikut :

1) Berat Jenis Semen

Pemeriksaan ini dimaksud untuk menentukan berat jenis semen. Berat jenis semen adalah perbandingan antara berat volume kering semen pada suhu kamar dengan berat volume kering semen pada suhu kamar dengan berat volume air suling pada suhu 25⁰ C yang volumenya sama dengan volume semen.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah :

- a. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram
- b. Botol Le Chatelier
- c. Bak air
- d. 2 buah Termometer
- e. Spatula
- f. Corong
- g. Semen 64 gram
- h. Kerosin/minyak tanah
- i. Air bersih untuk merendam botol Le Chatelier

j. Kertas tisu

2) Konsistensi Normal Semen

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan waktu pengikatan permulaan semen hidrolis (dalam keadaan konsistensi normal) dengan alat vicat.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah :

- a. Mesin aduk (*mixer*) dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
- b. Alat vicat beserta cetakan benda uji yang berbentuk kerucut terpancung, terbuat dari karet keras yang berukuran diameter dasar 70 mm, diameter atas 60 mm, dan tingginya 40 mm, serta pelat kaca berukuran 150 mm × 150 mm × 3 mm.
- c. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram
- d. Spatula karet
- e. Gelas ukur dengan kapasitas 200 ml, ketelitian 1 mm
- f. *Stop watch*
- g. Sarung tangan karet
- h. Semen 300 gram
- i. Air suling

3) Waktu Ikat Awal Semen

Waktu ikat awal adalah jangka waktu mulainya pengukuran pasta pada konsistensi normal sampai pasta kehilangan sebagian sifat plastis.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah :

- a. Mesin aduk (*mixer*) dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.

- b. Alat vicat beserta cetakan benda uji yang berbentuk kerucut terpancung, terbuat dari karet keras yang berukuran diameter dasar 70 mm, diameter atas 60 mm, dan tingginya 40 mm, serta pelat kaca berukuran 150 mm × 150 mm × 3 mm.
- c. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram
- d. Spatula karet
- e. Gelas ukur dengan kapasitas 200 ml, ketelitian 1 mm
- f. *Stop watch*
- g. Sarung tangan karet
- h. Semen 300 gram
- i. Air suling

3.4.2.4 Limbah Karbit

Limbah karbit yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah karbit yang sudah melalui proses pengeringan dan ditumbuk sehingga tidak ada yang menggumpal. Kemudian dilanjutkan pemeriksaan terhadap limbah karbit yaitu :

1) Pengujian Berat Jenis Limbah Karbit.

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis limbah karbit. Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume kering limbah karbit pada suhu kamar dengan berat volume air suling pada suhu 25⁰C. Yang volumenya sama dengan volume limbah karbit.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah :

- a. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram
- b. Botol Le Chatelier
- c. Bak air

- d. 2 buah Termometer
- e. Spatula
- f. Corong
- g. Limbah karbit 52,2 gram
- h. Kerosin/minyak tanah
- i. Air bersih untuk merendam botol Le Chatelier
- j. Kertas tisu

Dari hasil data pemeriksaan tersebut, dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{berat limbah}}{V_2 - V_1} \times d$$

Keterangan :

V1 = Pembacaan pertama pada skala botol

V2 = Pembacaan kedua pada skala botol

(V1 – V2) = Isi cairan yang dipindahkan oleh limbah karbit dengan suhu berat tertentu.

d = Berat isi air pada suhu 25⁰C (1 gr/cm³)

2) Konsistensi Normal Semen 60% + Limbah Karbit 40%

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan waktu pengikatan permulaan sebagian semen dan sebagian limbah karbit persentase 40% (dipakai persentase yang paling besar) dalam keadaan konsistensi normal dengan alat vicat.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah :

- a. Mesin aduk (*mixer*) dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
- b. Alat vicat beserta cetakan benda uji yang berbentuk kerucut terpancung, terbuat dari karet keras yang berukuran diameter dasar 70 mm, diameter atas

60 mm, dan tingginya 40 mm, serta pelat kaca berukuran 150 mm × 150 mm × 3 mm.

- c. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram
 - d. Spatula karet
 - e. Gelas ukur dengan kapasitas 200 ml, ketelitian 1 mm
 - f. *Stop watch*
 - g. Sarung tangan karet
 - h. Semen 180 gram
 - i. Limbah karbit 120 gram
 - j. Air suling
- 3) Waktu Ikat Semen 60% + Limbah Karbit 40%

Waktu ikat awal adalah jangka waktu mulainya pengukuran pasta dengan sebagian semen 60% dan sebagian limbah karbit 40% pada konsistensi normal sampai pasta kehilangan sebagian sifat plastis.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah :

- a. Mesin aduk (*mixer*) dengan daun-daun pengaduk dari baja tahan karat serta mangkuk yang dapat dilepas.
- b. Alat vicat beserta cetakan benda uji yang berbentuk kerucut terpancung, terbuat dari karet keras yang berukuran diameter dasar 70 mm, diameter atas 60 mm, dan tingginya 40 mm, serta pelat kaca berukuran 150 mm × 150 mm × 3 mm.
- c. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram
- d. Spatula karet
- e. Gelas ukur dengan kapasitas 200 ml, ketelitian 1 mm

- f. *Stop watch*
 - g. Sarung tangan karet
 - h. Semen 180 gram
 - i. Limbah karbit 120 gram
 - j. Air suling
- 4) Pengujian Kandungan Senyawa Kimia

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam limbah karbit. Limbah karbit ini diuji dalam Laboratorium Penelitian *Fire, Material & Safety Engineering* Universitas Negeri Jakarta.

3.4.2.5 Air

Air pada penelitian ini berasal dari PDAM sehingga tidak dilakukan pemeriksaan karena telah memenuhi persyaratan guna pembuatan beton menurut SNI 06-2413-1991 tentang metode pengujian kualitas fisik air.

3.4.3 Tahap Perencanaan Proporsi Campuran

Metode perancangan beton yang digunakan adalah *mix design* oleh Krisna Raju (1983) yang berpatokan pada ASTM.

1. Mencari FAS
2. Mencari persentase agregat halus : $W = \frac{K-C}{C-P} \times 100\%$
3. Mencari persentase agregat kasar = 100% - W
4. Proporsi berat bahan :

$$\begin{array}{l} \text{Semen} : \quad \text{Agregat Halus (N}_f\text{)} : \quad \text{Agregat Kasar (N}_c\text{)} \\ 1 : \quad \frac{A/C \times W}{100} : \quad \frac{A/C \times (100-W)}{100} \end{array}$$

5. Perhitungan kebutuhan bahan dasar (mencari nilai C)

$$\frac{C}{\rho_C \cdot \rho_W} + \frac{N_f \cdot C}{\rho_{fa} \cdot \rho_W} + \frac{N_c \cdot C}{\rho_{ca} \cdot \rho_W} + \frac{W \cdot C}{\rho_W} + 0,01 \cdot v = 1 \text{ m}^3$$

6. Komposisi beton untuk 1 m³

$$\text{Semen} = C$$

$$\text{Air} = \text{FAS} \times C$$

$$\text{Agregat Halus} = N_f \times C$$

$$\text{Agregat Kasar} = N_c \times C$$

Keterangan : C = Berat kebutuhan semen

$$\rho_C = \text{BJ semen}$$

$$\rho_{fa} = \text{BJ agregat halus}$$

$$\rho_{ca} = \text{BJ agregat kasar}$$

$$\rho_C = \text{BJ air}$$

3.4.4 Tahap Pengadukan

Pengadukan beton berdasarkan SNI 03-3976-1995 “Tata Cara Pengadukan Pengecoran Beton”. Tahap pengadukan beton segar dilakukan secara berurutan, sehingga diperoleh spesifikasi beton plastis dan bersifat homogen. Pengadukan beton segar ini menggunakan mesin molen. Adapun langkah-langkah pengadukan beton sebagai berikut :

1. Masukkan air ke dalam *mixer* dan agregat kasar, biarkan mesin berputar selama 1,5 menit. Pencampuran air ini bertujuan agar agregat kasar menyerap air dahulu sebelum dicampur dengan bahan lain.
2. Selanjutnya masukkan secara berurutan agregat halus, campuran semen dan limbah karbit, kemudian biarkan mesin berputar $\pm 1,5$ menit atau sampai diperoleh adukan yang seragam.

3. Setelah pengadukan selesai dan sebelum beton segar dimasukkan kedalam cetakan, beton segar tersebut diuji kelecakan dengan uji *slump* dan dicatat nilainya.

3.4.5 Tahap Pembuatan Benda Uji

Setelah proses pengadukan dan pengujian *slump*, kemudian dilakukan tahap pencetakan benda uji dengan menggunakan benda uji silinder yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Tahap pencetakannya adalah mengisi cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Setelah dipadatkan diketuk sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup, kemudian diratakan permukaannya dan tutup bagian atas silinder menggunakan bahan yang kedap air dan didiamkan selama 24 jam ditempat yang bebas getaran.

3.4.6 Tahap Perawatan Benda Uji

Setelah benda uji dibuka dari cetakannya, kemudian dilakukan perawatan terhadap benda uji. Dalam penelitian ini, perawatan benda uji menggunakan metode perendaman, yaitu perawatan dengan menyimpan benda uji pada bak yang telah diisi air. Perendaman dilakukan selama 14 hari dan 28 hari. Kemudian benda uji tersebut diangin-anginkan 1×24 jam dahulu sebelum melakukan pengujian kuat tekan.

3.4.7 Tahap Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Pengujian kuat tekan terhadap benda uji dilakukan setelah masa perawatan berakhir yaitu umur 14 hari dan 28 hari. Prosedur pengujian kuat tekan dilakukan sesuai dengan SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

3.5 Instrument Penelitian

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar pengamatan dan panduan pengamatan yang sesuai dengan SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

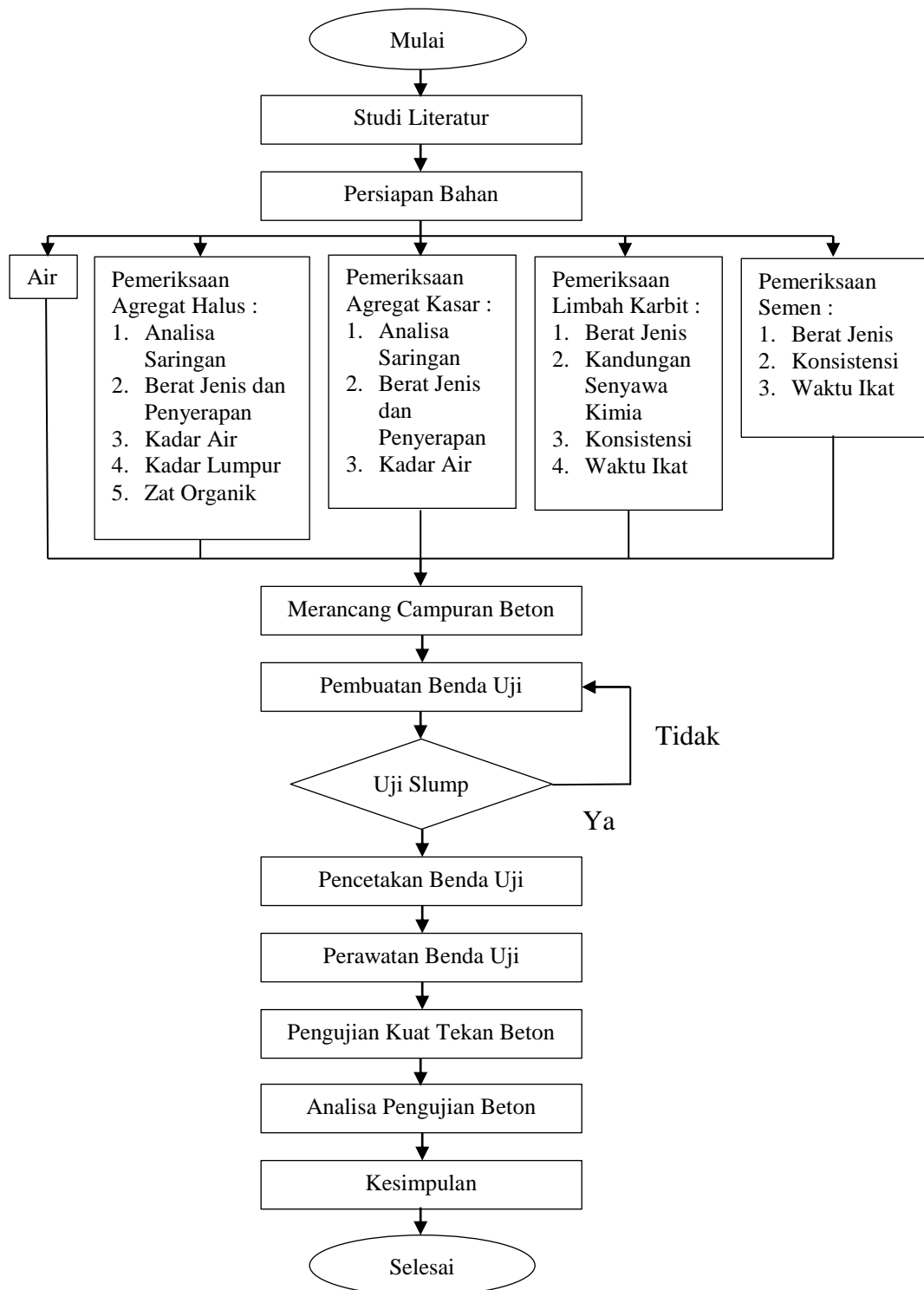
3.6 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini diambil dari hasil pengujian dengan melakukan pemeriksaan kuat tekan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Instrumen penelitian yang dilakukan adalah uji kuat pada beton.

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang dihasilkan merupakan data hasil uji kuat tekan beton di Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta. Hasil pengolahan data akan dibuat dalam bentuk grafik, diagram dan tabel dengan bantuan program *Microsoft Excel* yang dibandingkan terhadap hasil uji beton tanpa penggantian limbah karbit dan selanjutnya disimpulkan secara deskriptif.

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian