

BAB III

METODE PENELITIAN

31. Objek Penelitian

Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah beton dengan perawatan uap panas. Melalui peningkatan suhu pada alat uap panas bertujuan untuk mempercepat proses hidrasi sehingga dapat mempengaruhi nilai kuat tekan dari beton.

32. Variabel Penelitian

Variabel yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah variasi waktu dan suhu yang digunakan pada saat perawatan uap panas. Variasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Beton normal dengan perawatan konvensional.
- b. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 65°C dalam waktu 1 jam.
- c. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 65°C dalam waktu 2 jam.
- d. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 65°C dalam waktu 3 jam.
- e. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 75°C dalam waktu 1 jam.
- f. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 75°C dalam waktu 2 jam.
- g. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 75°C dalam waktu 3 jam.
- h. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 85°C dalam waktu 1 jam.
- i. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 85°C dalam waktu 2 jam.
- j. Beton dengan perawatan uap panas dengan suhu 85°C dalam waktu 3 jam.

Tabel 3. 1. *Tabel Jumlah Benda Uji*

No.	Variabel	Jumlah Benda Uji			Total
		7	14	28	
1.	Normal	3	3	3	9
2	BUP 1	3	3	3	9
3	BUP 2	3	3	3	9
4	BUP 3	3	3	3	9
5	BUP 4	3	3	3	9
6	BUP 5	3	3	3	9

No.	Variabel	Jumlah Benda Uji			Total
7	BUP 6	3	3	3	9
8	BUP 7	3	3	3	9
9	BUP 8	3	3	3	9
10	BUP 9	3	3	3	9
Jumlah					90

Keterangan :

BUP 1 = Beton perawatan uap panas suhu 65°C dalam waktu 1 jam.

BUP 2 = Beton perawatan uap panas suhu 65°C dalam waktu 2 jam.

BUP 3 = Beton perawatan uap panas suhu 65°C dalam waktu 3 jam.

BUP 4 = Beton perawatan uap panas suhu 75°C dalam waktu 1 jam.

BUP 5 = Beton perawatan uap panas suhu 75°C dalam waktu 2 jam.

BUP 6 = Beton perawatan uap panas suhu 75°C dalam waktu 3 jam.

BUP 7 = Beton perawatan uap panas suhu 85°C dalam waktu 1 jam.

BUP 8 = Beton perawatan uap panas suhu 85°C dalam waktu 2 jam.

BUP 9 = Beton perawatan uap panas suhu 85°C dalam waktu 3 jam.

33. Pengumpulan Data

3.3.1. Pengujian Agregat Kasar

3.3.1.1. Pengujian Berat Jenis dan Daya Serap Air

Pengujian ini mengacu pada SNI 1969:2008 yang membahas tentang Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang menempel pada benda uji, keringkan benda uji dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap, dinginkan benda uji pada temperatur suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk), rendam benda uji dalam air pada temperatur kamar selama 24 ± 4 jam, keluarkan benda uji dari air, kemudian keringkan benda uji dengan kain penyerap air hingga selaput air pada permukaan hilang, timbang benda uji kering-permukaan jenuh (Bj), letakan benda uji didalam keranjang, dan guncangkan keranjang untuk menghilangkan udara yang terperangkap dan tentukan beratnya di air (Ba), lalu ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C), banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan, bahan semacam ini

memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati, dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata - rata yang memuaskan.

3.3.1.2. Pengujian Berat Isi

Pengujian berat isi dilakukan berdasarkan SNI 03-4804-1998 yang membahas tentang Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. Hal yang harus dilakukan pertama-tama ialah isi penakar 1/3 dari volume penuh dan ratakan dengan batang perata, tusuk lapisan agregat sebanyak 25x tusukan dengan batang penusuk, isi sampai volume menjadi 2/3 penuh lalu ratakan dan tusuk seperti langkah sebelumnya, isi penakar sampai lebih dan tusuk lagi, ratakan permukaan dengan batang perata, tentukan berat penakar serta isinya dan berat penakar, catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg, hitung berat isi agregat-nya.

Tabel 3. 2 Kapasitas Penakar untuk Berbagai Ukuran Agregat

Ukuran Besar Beton Nominal Agregat (mm)	Kapasitas Maksimum Penakar (liter)
12,5	2,8
25,0	9,3
37,5	14
75	28
112	70
150	100

(Sumber : SNI-03-4804-1998)

3.3.1.3. Pengujian Kadar Lumpur

Pada pengujian kadar lumpur ini, SNI 03-4142-1996 tentang Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm) digunakan untuk menjadi acuan. Alat yang digunakan ada Saringan nomor 200, Saringan No. 16, wadah pencuci, timbangan, dan oven. Langkah pada pengujian ini dimulai dari Timbang wadah tanpa benda uji, timbang benda uji dan dimasukkan ke dalam wadah, masukkan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan

pembersih ke dalam wadah, sehingga benda uji terendam, aduk benda uji dalam wadah sehingga menghasilkan pemisahan sempurna antara butir-butir kasar dan bahan halus yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm). Usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang dalam larutan air pencuci sehingga mempermudah memisahkannya, tuangkan air pencuci dengan segera di atas saringan Nomor 16 (1,18 mm) yang di bawahnya dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) pada waktu menuangkan air pencuci harus hati-hati supaya bahan yang kasar tidak ikut tertuang, ulangi terus proses pencucian, penyaringan, dan pemisahan seperti sebelumnya hingga tuangan air pencuci terlihat jernih, kembalikan semua benda Uji yang tertahan saringan Nomor 16 (1,18 mm) dan Nomor 200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, sampai mencapai berat tetap, dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,1% dari berat contoh, hitung persen bahan yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm).

3.3.1.4. Pengujian Analisis Saringan

Pengujian menggunakan SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.

a) Ukuran Agregat Kasar

1. Ukuran maks. 3,5"; berat minimum 35,0 kg
2. Ukuran maks. 3"; berat minimum 30,0 kg
3. Ukuran maks. 2,5"; berat minimum 25,0 kg
4. Ukuran maks. 2"; berat minimum 20,0 kg
5. Ukuran maks. 1,5"; berat minimum 15,0 kg
6. Ukuran maks. 1"; berat minimum 10,0 kg
7. Ukuran maks. 3/4" berat minimum 5,0 kg
8. Ukuran maks. 1/2"; berat minimum 2,5 kg
9. Ukuran maks. 3/8"; berat minimum 1,0 kg

Prosedur pengujian Benda uji dimulai dari benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap dan kemudian saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar diteMPatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

3.3.1.5. Pengujian Keausan Agregat

Pada pengujian ini acuan yang digunakan yaitu SNI 2417-2008 tentang Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi *Los Angeles*. Pengujian dimulai dari benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*, putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No.12 (1,70 mm), butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih untuk selanjutnya dikeringkan dalam oven, jika material contoh uji homogen, pengujian dilakukan dengan 100 putaran dan setelah disaring dengan saringan No.12 tanpa pencucian. Perbandingan hasil pengujian antara 100 putaran dan 500 putaran agregat tertahan di atas saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian tidak boleh lebih besar dari 0,20.

3.3.2. Pengujian Agregat Halus

3.3.2.1. Pengujian Berat Jenis dan Daya Serap Air

Acuan pada Pengujian Berat Jenis dan Daya Serap Air yaitu SNI 1970:2008 tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Mulai dari keringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5) °C, sampai berat tetap. Berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam, tidak mengalami perubahan kadar air lebih daripada 0,1%; dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama (24 ± 4) jam, buang air perendam dengan hati – hati untuk menghindari hilangnya butiran halus, tebarkan benda uji di atas permukaan terbuka yang rata dan tidak menyerap air (talam) hingga mencapai kondisi jenuh kering permukaan, lakukan pengujian kerucut untuk memeriksa kelembaban permukaan dengan memadatkan agregat yang berada di dalam kerucut secara perlahan dan merata sebanyak 25 kali dengan batang penumbuk. Apabila pada saat cetakan diangkat dan pasir tersebut runtuh sedikit demi sedikit maka kondisi jenuh kering permukaan telah tercapai, isi sebagian piknometer dengan air, kemudian masukkan benda uji (500 ± 10) ke dalam piknometer dan tambahkan kembali air sampai kira – kira 90% kapasitas. Putar dan guncangkan piknometer untuk menghilangkan gelembung udara yang terdapat di dalam air, penggunaan poMPa haMPa udara dapat mempercepat proses ini dan dapat dilakukan dengan merebus piknometer, rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu

25°C, tambahkan air sampai mencapai tanda batas, timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt), keluarkan benda uji, keringkan dalam oven, dinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang setelah benda uji dingin, lalu tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air gunakan penyesuaian dengan suhu standar 25°C.

3.3.2.2. Pengujian Berat Isi

Pengujian berat isi dilakukan berdasarkan SNI 03-4804-1998 yang membahas tentang Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. Hal yang harus dilakukan pertama-tama ialah isi penakar 1/3 dari volume penuh dan ratakan dengan batang perata, tusuk lapisan agregat sebanyak 25x tusukan dengan batang penusuk, isi sampai volume menjadi 2/3 penuh lalu ratakan dan tusuk seperti langkah sebelumnya, isi penakar sampai lebih dan tusuk lagi, ratakan permukaan dengan batang perata, tentukan berat penakar serta isinya dan berat penakar, catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg, hitung berat isi agregat-nya.

Tabel 3.3 *Kapasitas Penakar untuk Berbagai Ukuran Agregat*

Ukuran Besar Beton Nominal Agregat (mm)	Kapasitas Maksimum Penakar (liter)
12,5	2,8
25,0	9,3
37,5	14
75	28
112	70
150	100

(Sumber : SNI-03-48041998)

3.3.2.3. Pengujian Kadar Lumpur

Pada pengujian kadar lumpur ini, SNI 03-4142-1996 tentang Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm) digunakan untuk menjadi acuan. Alat yang digunakan ada Saringan nomor 200, Saringan No. 16, wadah pencuci, timbangan, dan oven. Langkah pada pengujian ini dimulai dari Timbang wadah tanpa benda uji, timbang benda uji dan dimasukkan ke dalam wadah, masukkan air pencuci yang sudah berisi sejumlah bahan pembersih ke dalam wadah, sehingga benda uji terendam, aduk benda uji dalam

wadah sehingga menghasilkan pemisahan sempurna antara butir-butir kasar dan bahan halus yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm). Usahakan bahan halus tersebut menjadi melayang dalam larutan air pencuci sehingga mempermudah memisahkannya, tuangkan air pencuci dengan segera di atas saringan Nomor 16 (1,18 mm) yang di bawahnya dipasang saringan Nomor 200 (0,075 mm) pada waktu menuangkan air pencuci harus hati-hati supaya bahan yang kasar tidak ikut tertuang, ulangi terus proses pencucian, penyaringan, dan pemisahan seperti sebelumnya hingga tuangan air pencuci terlihat jernih, kembalikan semua benda uji yang tertahan saringan Nomor 16 (1,18 mm) dan Nomor 200 (0,075 mm) ke dalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, sampai mencapai berat tetap, dan timbang sampai ketelitian maksimum 0,1% dari berat contoh, hitung persen bahan yang lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm).

3.3.2.4. Pengujian Analisis Saringan

Pengujian menggunakan SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.

- a) Ukuran Agregat Halus
 1. Ukuran maksimum 4,76 mm; berat minimum 500 gram
 2. Ukuran maksimum 2,38 mm; berat minimum 100 gram.

Pengujian dimulai dari benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$), sampai berat tetap, saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar diteMPatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

3.3.3. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Pembangunan Jaya. Benda uji ini dibuat sebanyak 90 sampel. SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal dijadikan acuan dalam pembuatan benda uji ini.

Alat yang digunakan ada *Mixer*, timbangan kapasitas 100 kg dengan ketelitian 100 gr, alat uji *Slump* (kerucut abram, batang penusuk, plat baja untuk alas, dan mistar pengukur), dan cetakan beton silinder. Pengujian diawali dengan menyiapkan semua alat yang akan digunakan untuk proses pembuatan benda uji,

timbang semua material yang dibutuhkan dalam pembuatan benda uji (agregat kasar, agregat halus, semen, air), hidupkan *mixer*, masukkan tiap material satu persatu sesuai dengan urutan, aduk sampai merata, lakukan uji kelecakan (*workability*) campuran beton dengan melakukan uji slump menggunakan semua alat pengujian slump, siapkan cetakan silinder dan lumuri permukaan dalam cetakan dengan pelumas, masukkan adonan campuran beton ke dalam cetakan silinder dalam 3 lapis. Setiap lapis diisi sepertiga dari volume cetakan silinder, padatkan campuran beton menggunakan batang penusuk, ratakan permukaan beton menggunakan batang penusuk, beri nama/tanda pada setiap permukaan beton agar tidak tertukar.

3.3.4. Beton Perawatan Konvensional

Mengacu pada SNI 03 – 4810 -1998, setelah pembuatan benda uji selesai maka benda uji ditutup dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan dapat menjaga kelembaban sampai saat benda uji dilepas dari cetakan, setelah itu benda uji harus disimpan dalam suhu antara 16 sampai 27°C dan dalam lingkungan yang lembab selama 48 jam, harus terlindungi dari sinar matahari langsung atau alat yang memancarkan panas. Jika benda uji tidak akan diangkat selama 48 jam, cetakan harus dilepas dalam waktu 24 jam \pm 8 jam dan diberi perawatan standar sampai tiba waktu pengangkutan. Perawatan standar pada benda uji silinder merupakan perendaman beton pada suhu 23°C \pm 1,7°C. Waktu perendaman disesuaikan dengan usia beton pada rencana awal, kemudian dapat dilakukan pengangkutan benda uji. Lama pengangkutan ke laboratorium, maksimal 4 jam dan harus dilindungi dari kerusakan serta dijaga kelembabannya.

3.3.5 Perawatan Beton Dengan Uap Panas

Beton dengan perawatan uap panas, didiamkan dalam cetakan selama 24 jam untuk mencapai kekuatan angkat dari benda uji, setelah didiamkan dan beton sudah mampu diangkat, kemudian dimasukkan ke dalam ruang uap dan dialirkan uap panas dengan waktu awal 30 menit hingga tekanan stabil mencapai suhu rencana di dalam ruang uap, kemudian dibiarkan selama 2 jam dan setelah itu dilakukan penurunan suhu selama 30 menit secara perlahan untuk proses pendinginan (*cooling*). Sehingga total waktu yang dibutuhkan adalah 3 jam untuk variasi 2jam

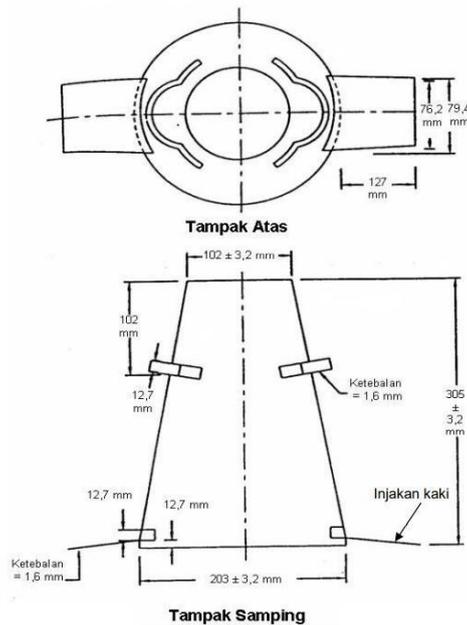
didalam ruang uap. Pada variasi waktu 1 dan 3 jam, maka beton dibiarkan selama 1 dan 3 jam didalam ruang uap setelah mencapai tekanan stabil (Rommel, 2011). Keadaan beton yang telah melalui proses pendinginan (*cooling*), dapat dilanjutkan dengan perendaman sesuai dengan standar benda uji silinder.

34 Pengolahan Data

3.4.1. Uji Slump

Mengacu pada SNI 1972:2008 yang membahas tentang cara uji *slump*, dijelaskan bahwa uji slump harus dilakukan untuk mengetahui penurunan ketinggian beton segar pada permukaan datar yang diukur saat cetakan/kerucut Abram diangkat. Alat yang dibutuhkan dan langkah-langkah dalam uji slump adalah sebagai berikut :

- a) Alat
 1. Kerucut Abrams
 2. Plat baja sebagai alas kerucut Abram
 3. Batang penusuk
 4. Mistar pengukur



- b) Langkah-langkah
 1. Cetakkan dibasahi dan diletakkan di atas permukaan yang datar, lembab, tidak menyerap air, dan kaku. Beton segar dibagi dan dituangkan hingga sebanyak 3 lapis.
 2. Setiap lapisan dipadatkan dengan batang penusuk sebanyak 25 tusukan. Sebarkan penusukan secara merata di setiap lapisan
 3. Lebihkan adukan beton untuk lapisan paling atas sebelum pemadatan dimulai. Setelah lapisan atas dipadatkan, ratakan terlebih dahulu permukaan beton pada bagian atas dengan menggelindingkan batang penusuk di atasnya.
 4. Lepaskan cetakan dari beton dengan mengangkat dalam arah vertical dan hati-hati.
 5. Setelah beton segar menunjukkan penurunan permukaan segera ukur slump dengan menentukan perbedaan antara bagian atas cetakan dan bagian pusat permukaan atas beton.

Nilai Slump = Tinggi alat slump – tinggi beton setelah penurunan.

3.4.2. Uji Kuat Tekan Beton

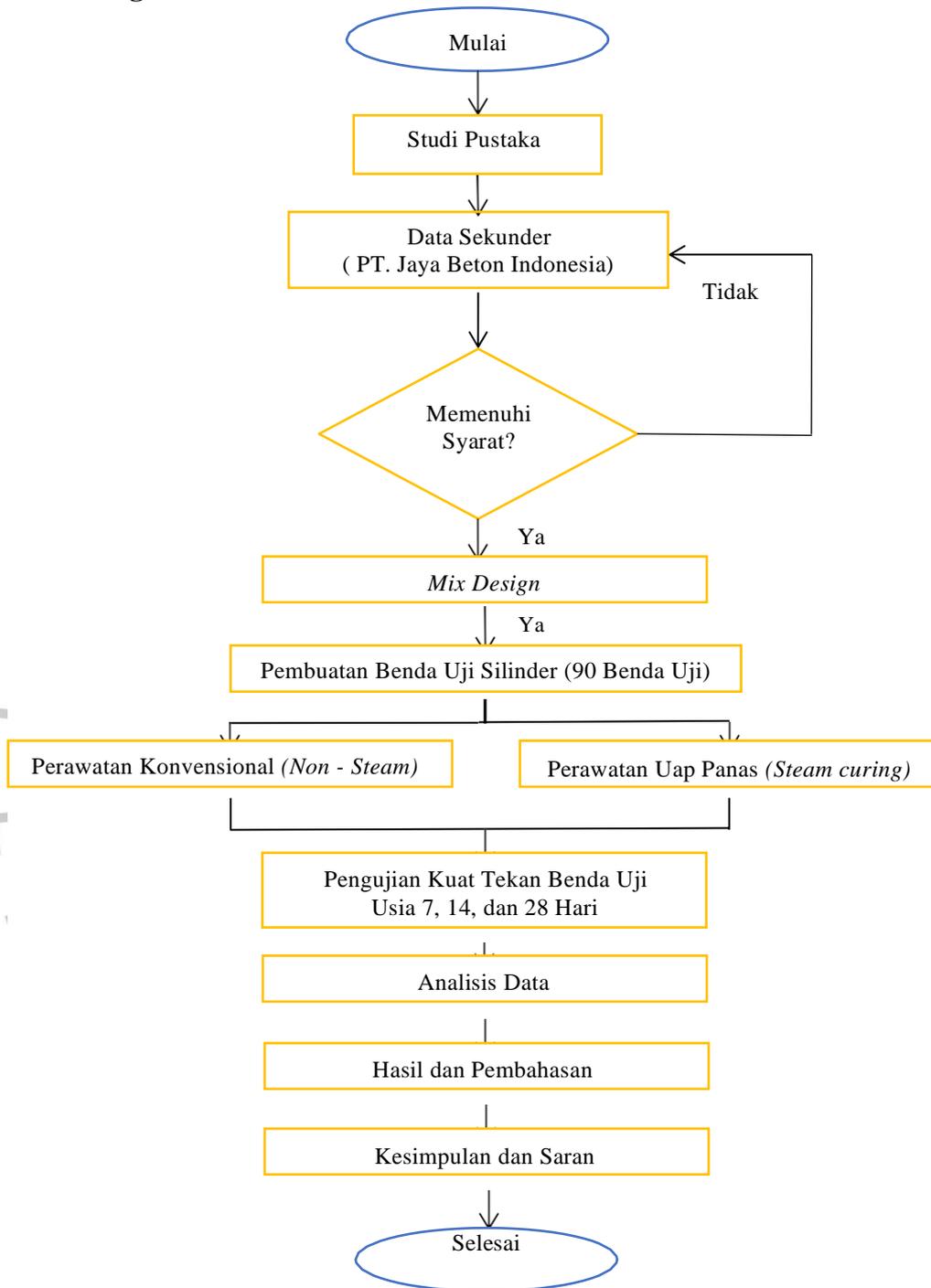
Uji kuat tekan beton adalah suatu pengujian untuk mengetahui besarnya beban per satuan luas yang bisa menyebabkan benda uji beton hancur saat ditekan. Pada SNI 1974:2011 disebutkan bahwa hasil dari pengujian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengendalian mutu dari komposisi campuran beton, proses pencampuran, dan kegiatan pengecoran beton. Berikut alat dan langkah-langkah yang ada pelaksanaan pengujian kuat tekan beton :

- a) Alat
 1. Mesin Pengujian Kuat Tekan / *Compression Testing Machine* (CTM)
 2. Pelapis Permukaan (*Capping*)
- b) Langkah-langkah
 1. Keluarkan benda uji dari teMPat pelembaban/teMPat *curing*.
 2. Lapis permukaan bagian atas dan permukaan bagian bawah benda uji dengan menggunakan Pelapis Permukaan (*Capping*) agar beban yang diberikan terdistribusi secara merata.
 3. Siapkan CTM

4. Letakkan benda uji pada CTM secara vertical
5. Pastikan jarum penunjuk tepat pada angka 0
6. Hidupkan CTM
7. Amati setiap perubahan atau penambahan beban kuat tekan pada jarum penunjuk.
8. Beban mencapai maksimum (benda uji hancur) saat jarum penunjuk berhenti dan bergerak kembali ke angka 0.
9. Saat jarum penunjuk sudah berhenti, catat besar beban maksimum di setiap benda uji.



35. Diagram Alir Penelitian



36 Jadwal Penelitian

Tabel 3. 4. *Jadwal Penelitian*

No.	Uraian Kegiatan	September		Oktober				November				Desember					
		Minggu Ke-															
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3			
1	Asistensi Skripsi	■															
2	Studi Literatur		■	■	■												
3	Penyusunan Proposal			■	■	■											
4	Seminar Proposal Skripsi				■	■											
5	Revisi Seminar Proposal Skripsi				■	■	■										
6	Pengujian Material					■	■										
7	Pembuatan Benda Uji					■	■	■									
8	Perawatan Benda Uji							■	■	■	■						
9	Pengujian Kuat Tekan									■	■						
10	Penyusunan Hasil Pembahasan										■	■					
11	Penyusunan Kesimpulan dan Saran											■	■				
12	Sidang Skripsi												■	■			
13	Revisi Sidang Skripsi													■	■		
14	Pengumpulan Skripsi																■