



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tinjauan Umum

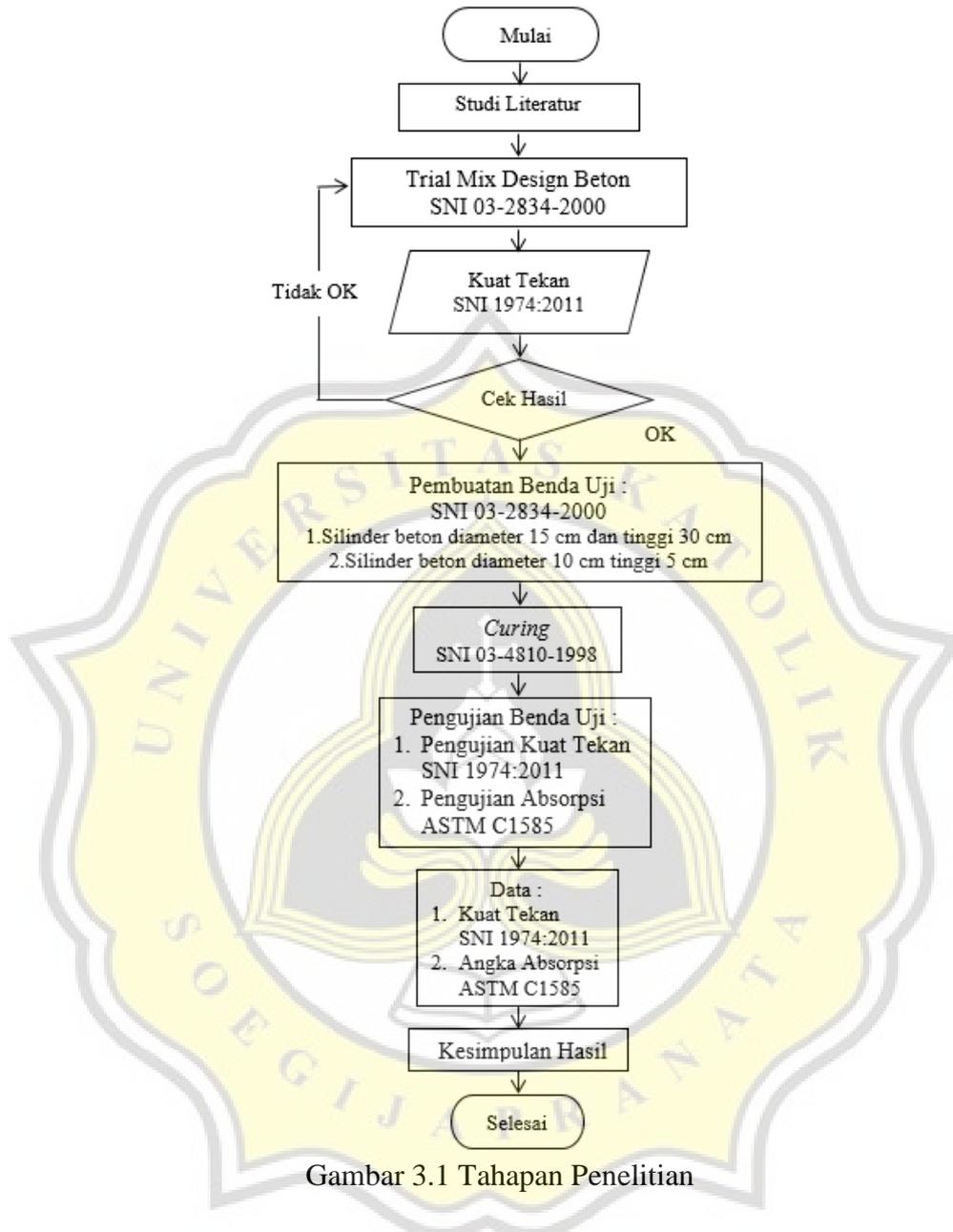
Dalam penyelesaian tugas akhir dengan judul Pengaruh Lingkungan Agresif Pada Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi diperlukan metode penelitian yang tepat sehingga data yang didapat dapat dipertanggungjawabkan atau valid. Data yang didapat dikatakan valid bila data yang didapatkan menunjukkan kesesuaian antara data yang diperoleh dengan data yang sesungguhnya terjadi.

Metode penelitian bermaksud untuk memberikan gambaran dari prosedur tahapan penelitian, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian, sumber data yang telah dikumpulkan guna sebagai acuan penelitian, serta pengolahan data hasil dari penelitian.

Dalam penyusunan metode penelitian ini menggunakan alur kerja yang teratur dan jelas sehingga mendapatkan hasil yang telah direncanakan. Tahapan penelitian ini dimulai dari tahapan studi literatur, melakukan *trial mix design*, membuat benda uji, perawatan beton, pengujian beton, dan kemudian didapatkan kesimpulan hasil.

3.2. Tahapan Penelitian

Dalam menyusun penelitian ini penyusun memiliki beberapa tahap pengerjaan sehingga didapatkan hasil sesuai dengan rencana. Tahapan pertama yang dilakukan yaitu melakukan studi literatur yang berguna untuk mengumpulkan sumber-sumber informasi yang dapat digunakan sebagai acuan. Tahapan kedua melakukan *trial mix design* untuk mendapatkan perbandingan material yang dapat mencapai kekuatan rencana yaitu 30 MPa. Tahapan ketiga melakukan uji kuat tekan terhadap benda uji *trial mix design* pada umur 7, 14, dan 28 hari. Tahapan keempat pengecekan hasil pengujian kuat tekan, pembuatan benda uji menggunakan campuran yang berhasil pada tahap *trial mix design* untuk pengujian kuat tekan dan pengujian absorpsi. Tahapan kelima melakukan *curing* menggunakan metode merendam beton dalam air. Tahapan terakhir yang dilakukan yaitu pengujian benda uji serta kesimpulan hasil. Tahap-tahap tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan tersebut terdiri dari:

- a. Mulai
- b. Studi literatur

Pada tahapan ini dilakukan pencarian sumber-sumber informasi dan teori serta memahami penelitian sejenis untuk dijadikan acuan pada penelitian. Literasi yang digunakan adalah literasi yang berhubungan dengan kuat tekan beton dan absorpsi. Literasi yang digunakan berupa jurnal-jurnal nasional maupun



internasional, buku elektronik yang diunduh melalui internet, serta tugas akhir maupun artikel pendukung lainnya.

c. *Trial Mix Design* Beton

Mencari desain campuran (*mix design*) beton dengan mengacu pada SNI 03-2834-2000 untuk didapatkan perbandingan material sehingga nilai kuat tekan rencana mencapai f'_c 30 MPa. Dalam pembuatan benda uji untuk pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah benda uji sebanyak 12 buah. Berdasarkan SNI 1974:2011 menyatakan bahwa bila benda uji dibuat dari satu kelompok cetakan yang memiliki diameter rata-rata dalam rentan 0,5 mm dapat digunakan 3 benda uji perhari karena dapat dianggap dapat mewakili grup yang diuji pada hari tersebut.

Adapun perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 sebagai berikut:

- c.1. Menetapkan kuat tekan beton (f'_c) pada umur 28 hari
- c.2. Menetapkan nilai deviasi standar (S)

Tabel 3.1 Nilai Deviasi Standar Untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pengerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pengerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Sumber: SNI 03-2834-2000

Deviasi standar didapatkan berdasarkan volume pembetonan yang akan dibuat dan pekerjaan.

c.3. Menghitung nilai tambah

Nilai tambah yang digunakan dapat dihitung berdasarkan SNI 03-2834-2000 seperti pada persamaan 3.1:

$$M = 1,64 \times S \dots\dots\dots(3.1)$$



Keterangan:

M : Nilai tambah

1,64 : Tetapan statistik yang nilainya tergantung pada presentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

S : Deviasi standar rencana

c.4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr})

Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr}) dapat dihitung berdasarkan SNI 03-2834-2000 seperti pada persamaan 3.2:

$$f'_{cr} = f'_c + M \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

f'_{cr} : Kuat tekan beton rata-rata (MPa)

f'_c : Kuat tekan beton rencana (MPa)

M : Nilai tambah

c.5. Menentukan jenis semen yang digunakan

c.6. Menentukan jenis agregat halus yang digunakan

c.7. Menentukan ukuran jenis agregat kasar yang digunakan

c.8. Menentukan nilai faktor air semen

Penentuan nilai faktor semen menggunakan grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dan faktor air semen berdasarkan umur benda uji dan jenis semen sebagai berikut

c.8.1. Perkiraan kekuatan tekan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perkiraan Kuat Tekan (MPa) Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5 dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai Di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (Hari)				
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I	Batu Tidak Dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II, V	Batu Tidak Dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu Pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu Tidak Dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
		25	33	44	48	
	Batu Pecah	25	31	46	53	Kubus



		30	40	53	60	
--	--	----	----	----	----	--

Sumber: SNI 03-2834-2000

c.8.2. Kemudian dapat dilihat pada Lampiran 1 mengenai hubungan antara kuat tekan rata-rata dan faktor air semen menggunakan benda uji berbentuk silinder

c.8.3. Membuat garis tegak lurus ke arah atas melalui faktor air semen hingga memotong kurva, selanjutnya membuat garis lurus ke kanan dari angka kuat tekan hingga garis menyentuh garis warna merah

c.8.4. Kemudian membuat garis lengkung melalui titik perpotongan dari c.8.2 secara proporsional

c.8.5. Selanjutnya membuat garis lurus ke kanan dari angka f_{cr} sebesar hingga menyentuh garis lengkung (kurva baru) yang sudah dibuat atau ditentukan dari c.8.3 di atas

c.8.6. Kemudian buat garis lurus kebawah melalui titik perpotongan tersebut lalu dari garis tersebut mendapatkan nilai fas dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

c.9. Menentukan nilai faktor air semen maksimum

Setelah ditentukan nilai fas pada Lampiran 1, selanjutnya dilakukan penentuan faktor air semen (fas) maksimum seperti dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Persyaratan fas dan Jumlah Semen Minimum Untuk Berbagai Pembetonan dan Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum per m ³ Beton (kg)	Nilai fas maksimum
Beton di dalam ruangan bangunan		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,6
Beton masuk kedalam tanah		
a. Mengalami keadaan basa dan kering berganti-ganti	325	0,55



Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum per m ³ Beton (kg)	Nilai fas maksimum
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Tabel 3.4
Beton yang kontinu berhubungan dengan air tawar dan air laut		Tabel

Sumber: SNI 03-2834-2000

Nilai faktor air semen maksimum yang didapat dari Tabel 3.3 dengan jenis pembetonan serta keadaan keliling beton

- c.10. Menetapkan nilai *slump*
- c.11. Menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum
- c.12. Menetapkan kadar air bebas

Kadar air bebas dapat ditentukan pada Tabel 3.4, dengan menggunakan data ukuran agregat maksimum, jenis batuan, serta *slump* rencana. Setelah mendapatkan hasil perkiraan kebutuhan air per m³ beton, selanjutnya jumlah kebutuhan air dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.3.

Tabel 3.4 Perkiraan Kebutuhan Air Per m³ Beton

Ukuran Maksimum Agregat (mm)	Jenis Batuan	<i>Slump</i> (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI 03-2834-2000

Nilai kadar air bebas dapat dihitung berdasarkan SNI 03-2834-2000 seperti pada persamaan 3.3:

$$W = \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

- W : Nilai kadar air bebas (kg/m³)
- W_h : Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (mm)
- W_k : Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (mm)



c.13. Menghitung kebutuhan semen

Jumlah kebutuhan semen dapat dihitung berdasarkan SNI 03-2834-2000 seperti pada persamaan 3.4:

$$W_{\text{semen}} = \frac{W}{\text{fas}} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

W_{semen} : jumlah kebutuhan semen (kg)

W : nilai kadar air bebas (kg/m^3)

fas : faktor air semen

c.14. Menetapkan kebutuhan semen yang digunakan

Setelah menghitung kebutuhan semen dengan persamaan 3.4, perlu mencari kebutuhan semen minimum dengan melihat pada Tabel 3.3. Jika kebutuhan semen yang diperoleh berdasarkan perhitungan ternyata lebih sedikit dari pada kebutuhan semen minimum, maka yang digunakan adalah kebutuhan semen dengan nilai yang terbesar.

c.15. Menentukan presentasi agregat halus dan kasar

Persentase jumlah agregat ditentukan dengan besar ukuran maksimum agregat kasar, nilai *slump*, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Grafik persen pasir terhadap kadar total agregat dapat dilihat pada Lampiran 2.

c.15.1. Tarik garis tegak lurus keatas melalui fas yang sudah didapatkan sebelumnya sampai memotong kurva bagian atas pada daerah gradasi

c.15.2. Selanjutnya dari titik perpotongan batas lengkung kuva atas dan batas lengkung kurva bawah pada daerah gradasi, ditarik garis mendatar kekiri sampai memotong sumbu tegak

c.15.3. Hasil dari penarikan garis atas dan garis bawah tersebut didapatkan angka kemudian di hitung rata-ratanya.

c.15.4. Menghitung nilai persentase agregat halus dan agregat kasar



c.16. Menghitung berat jenis SSD agregat gabungan

Berat jenis SSD agregat halus dan agregat kasar diketahui melalui pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar. Pengujian berat jenis tersebut maka didapatkan angka berat jenis agregat halus (BJ_{AH}) dan berat jenis agregat kasar (BJ_{AK}). Setelah didapatkan kedua berat jenis agregat maka selanjutnya berat jenis agregat gabungan dapat dihitung menggunakan persamaan 3.5.

Berat jenis agregat gabungan dapat dihitung berdasarkan SNI 03-2834-2000 seperti pada persamaan 3.5:

$$BJ_{gabungan} = \%AH \times BJ_{AH} + \%AK \times BJ_{AK} \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan:

- $BJ_{gabungan}$: Berat jenis gabungan
- $\%AH$: Persentase agregat halus
- BJ_{AH} : Berat jenis agregat halus
- $\%AK$: Persentase agregat kasar
- BJ_{AK} : Berat jenis agregat kasar

c.17. Menentukan berat isi beton

Berat isi beton basah dapat ditentukan berdasarkan grafik lampiran 3 dengan memasukan berat jenis agregat gabungan dan kadar air bebas.

c.17.1. Membuat kurva baru sesuai dengan berat jenis agregat gabungan secara proporsional dengan memperhatikan kurva sebelah atas dan bawahnya

c.17.2. Kemudian tarik garis tegak lurus keatas dari nilai kadar air hingga memotong kurva baru berat jenis gabungan

c.17.3. Kemudian dari titik potong ditarik garis mendatar kearah kiri hingga memotong sumbu tegak

c.17.4. Melalui penarikan garis tersebut didapatkan nilai berat isi beton

c.18. Menghitung proporsi campuran beton

Proporsi campuran yang dihitung yaitu proporsi campuran kebutuhan material penyusun beton. Proporsi agregat halus dapat dicari



menggunakan Persamaan 3.6 dan untuk menghitung proporsi agregat kasar dapat digunakan Persamaan 3.7.

$$W_{AH} = (W_{\text{isi beton basah}} - W_{\text{semen}} - W_{\text{air}}) \times \%AH \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan:

W_{AH} : Nilai berat agregat halus (kg/m^3)

$W_{\text{isi beton basah}}$: Nilai berat isi beton (kg/m^3)

W_{semen} : Jumlah kebutuhan semen (kg)

W_{air} : Nilai kadar air bebas (kg/m^3)

$\%AH$: Persentase agregat halus

$$W_{AK} = W_{\text{isi beton basah}} - W_{\text{semen}} - W_{\text{air}} \times \%AK \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan:

W_{AK} : Nilai berat agregat kasar (kg/m^3)

$W_{\text{isi beton basah}}$: Nilai berat isi beton (kg/m^3)

W_{semen} : Jumlah kebutuhan semen (kg)

W_{air} : Nilai kadar air bebas (kg/m^3)

$\%AK$: Persentase agregat kasar

- c.19. Setelah melalui tahapan yang dilakukan maka didapatkan proporsi campuran 1 m^3 beton Proporsi campuran beton untuk 1 m^3 beton
- d. Kuat tekan
Pada tahap ini melakukan uji kuat tekan beton dengan beberapa desain campuran.
- e. Cek hasil
Jika *trial mix design* beton berhasil dan mendapatkan perbandingan yang sesuai mencapai f'_c 30 MPa maka tahap selanjutnya adalah melanjutkan pembuatan benda uji untuk pengujian. Jika *trial mix design* beton tidak berhasil mencapai f'_c 30 MPa maka *trial mix design* beton perlu dilakukan kembali hingga menemukan perbandingan material yang sesuai hingga mencapai f'_c rencana.
- f. Pembuatan benda uji:
Benda uji yang digunakan dalam pengujian kuat tekan beton adalah silinder beton diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah benda uji 6 sampel beton



menggunakan untuk pengujian umur beton pada 28 hari dan 6 sampel beton untuk pengujian umur beton pada 56 hari.

Benda uji yang digunakan dalam pengujian adalah silinder beton diameter 10 cm dan tinggi 5 cm dengan jumlah benda uji 3 sampel beton menggunakan air Laboratorium Universitas Katolik Soegijapranata (Unika) dan 3 sampel beton menggunakan air Pantai Marina, Semarang.

Pembuatan benda uji dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- f.1. Tuang adukan beton ke dalam cetakan harus lapis demi lapis dan pada penuangan akhir kelebihan tinggi tidak boleh lebih dari 6 mm
 - f.2. Setelah mencapai 1/3 bagian dari cetakan rojok sebanyak 25 kali menggunakan batang penusuk
 - f.3. Ulang langkah f.2 hingga bagian cetakan terisi penuh
 - f.4. Pukul bagian luar cetakan dengan palu karet untuk menutup tiap lubang yang masih ada dan melepas gelembung udara yang mungkin terperangkap
 - f.5. Setelah cetakan terisi penuh dengan adukan beton maka ratakan permukaan beton pada bagian atas cetakan dengan menggunakan batang penusuk
 - f.6. Kemudian tunggu 24 jam untuk melepas beton dengan cetakan
 - f.7. Setelah beton terlepas maka lakukan curing dan tunggu selama 28 hari.
- g. Perendaman beton
- Perendaman beton yang akan dilakukan pada penelitian ini dengan cara merendam beton dalam bak berisi air. Adapun langkah-langkah Perendaman beton sebagai berikut:
- g.1. Setelah proses pengecoran selesai dan telah melewati 24 jam maka benda uji dilepas dari cetakan
 - g.2. Kemudian benda uji diletakkan pada bak yang telah berisi air hingga seluruh bagian terendam
 - g.3. Lalu biarkan hingga sehari sebelum waktu pengujian untuk proses pengeringan sebelum dilakukan pengujian.
- h. Pengujian Benda Uji:
- h.1. Kuat tekan



Adapun langkah-langkah pengujian beton berdasarkan SNI 1974:2011 sebagai berikut:

- h.1.1. Benda uji yang telah dilakukan perendaman kemudian diangkat dan dikeringkan pada permukaannya. Setelah permukaan dikeringkan, uji kuat tekan beton harus dilakukan sesegera mungkin
- h.1.2. Mengukur permukaan benda uji menggunakan penggaris yang kemudian digunakan untuk menghitung luas permukaan beton
- h.1.3. Timbang benda uji sebelum diratakan permukaan benda uji dengan lapisan belerang
- h.1.4. Meratakan permukaan benda uji perlu pelapisan menggunakan belerang terlebih dahulu
- h.1.5. Setelah belerang mengering sempurna maka selanjutnya lakukan verifikasi nilai nol dan dudukan landasan sebelum pengujian dilakukan
- h.1.6. Kemudian nyalakan alat pengujian serta lakukan penambahan beban terus menerus hingga benda uji retak
- h.1.7. Setelah benda uji retak maka mencatat beban maksimum yang dapat ditahan benda uji tersebut
- h.1.8. Lakukan langkah h.1.1 hingga h.1.8 untuk pengujian pada umur beton hari ke 28 dan 56.

Tabel 3.5 Jumlah Sampel, Waktu Perendaman Beton dan Umur Sampel Pengujian Kuat Tekan Beton

Jumlah Sampel	Waktu Perendaman Beton	Umur Beton saat Pengujian
3 sampel air PDAM	27 Hari	28 Hari
3 sampel air PDAM	55 Hari	56 Hari
3 sampel air laut	27 Hari	28 Hari
3 sampel air laut	55 Hari	56 Hari

h.2. Pengujian absorpsi

Adapun langkah-langkah pengujian absorpsi berdasarkan ASTM C1585 sebagai berikut:

- h.2.1. Benda uji yang telah dilakukan perendaman kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama ± 3 hari



h.2.2. Setelah itu dilakukan tes absorpsi dengan pengambilan data berat beton sebelum diolesi dengan *resin epoxy* dan dilapisi dengan plastik wrap

h.2.3. Mengoleskan *resin epoxy* ke sekeliling sisi dan bagian atas, kemudian memberi isolasi atau sesuatu yang kedap air. Setelah itu timbang kembali benda uji untuk mengetahui data berat beton sesudah diolesi dengan *resin epoxy* dan dilapisi dengan plastik wrap

h.2.4. Benda uji diletakkan pada tempat berisi air hingga terendam kurang lebih 2 cm dari alas beton

h.2.5. Timbang beton setelah direndam selama 1, 5, 10, 20, 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360 menit, setelah itu timbang sehari sekali sampai 7 hari.

Tabel 3.6 Jumlah Sampel, Waktu Perendaman Beton dan Waktu Pengujian Absorpsi

Jumlah Sampel	Waktu Perendaman Beton	Waktu Pengujian
6	28 Hari	1 menit
6	28 Hari	5 menit
6	28 Hari	10 menit
6	28 Hari	20 menit
6	28 Hari	30 menit
6	28 Hari	60 menit
6	28 Hari	2 jam
6	28 Hari	3 jam
6	28 Hari	4 jam
6	28 Hari	5 jam
6	28 Hari	6 jam
6	28 Hari	24 jam
6	28 Hari	48 jam
6	28 Hari	72 jam
6	28 Hari	96 jam
6	28 Hari	120 jam
6	28 Hari	144 jam
6	28 Hari	168 jam

i. Data

i.1. Kuat Tekan

Setelah dilakukan percobaan kuat tekan, diperoleh data beban maksimum dan luas penampang benda uji kemudian dapat diolah menggunakan Persamaan 2.2.



i.2. Angka absorpsi

Setelah dilakukan percobaan absorpsi, diperoleh data perubahan masa benda uji dan area spesimen yang terbuka kemudian dapat diolah menggunakan Persamaan 2.4.

j. Kesimpulan hasil penelitian

k. Selesai

