BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Pada metode penelitian ini diperlukan suatu langkah kerja yang urut, teratur dan sesuai standar tertentu agar dapat menghasilkan suatu penelitian yang rasional dan hasilnya pun *valid* dan dapat dipertanggung jawabkan. Penelitian dilakukan untuk menganalisis suatu percobaan yang bertujuan agar mendapatkan pengetahuan baru. Metode penelitian dapat memberikan gambaran rancangan tahapan pada penelitian yang meliputi antara lain, yaitu: tahapan atau prosedur yang akan ditempuh pada saat melakukan penelitian, waktu yang dibutuhkan selama penelitian, sumber-sumber data yang digunakan selama penelitian dan dengan suatu tahapan tertentu data-data penelitian tersebut diolah dan dianalisis. Maka sebab itu agar mendapatkan hasil penelitian yang akurat, *valid* dan dapat dipertanggung jawabkan maka pada penelitian ini sangat diperlukan metode penelitian agar setiap langkah atau tahapan pada saat penelitian sesuai dengan standar ilmiah.

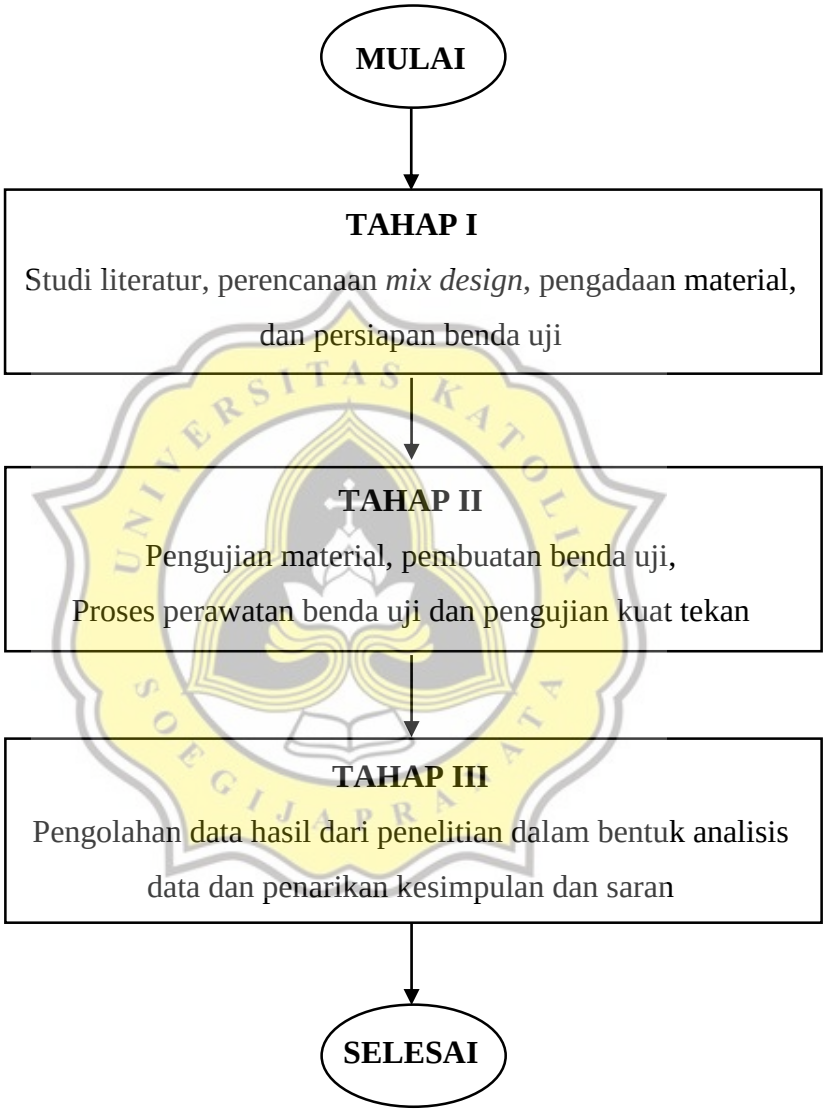
Pada penelitian ini menggunakan tahap-tahap yang urut dan jelas agar dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Tahap-tahap penelitian tersebut dimulai dari tahap persiapan, pengolahan dan analisis data hasil penelitian sampai perumusan kesimpulan dan saran.

3.2 Tahap Penelitian

Pada penelitian kali ini menggunakan tiga tahap pokok penelitian. Tahap I adalah tahap mengumpulkan beberapa literatur, mempersiapkan pengadaan material dan alat uji yang akan digunakan dan perencanaan *mix design*.

Pada Tahap II merupakan tahap melakukan pengujian material, pembuatan benda uji, melakukan proses perawatan benda uji *(curing)* dan melakukan pengujian kuat tekan pada benda uji yang telah dibuat.

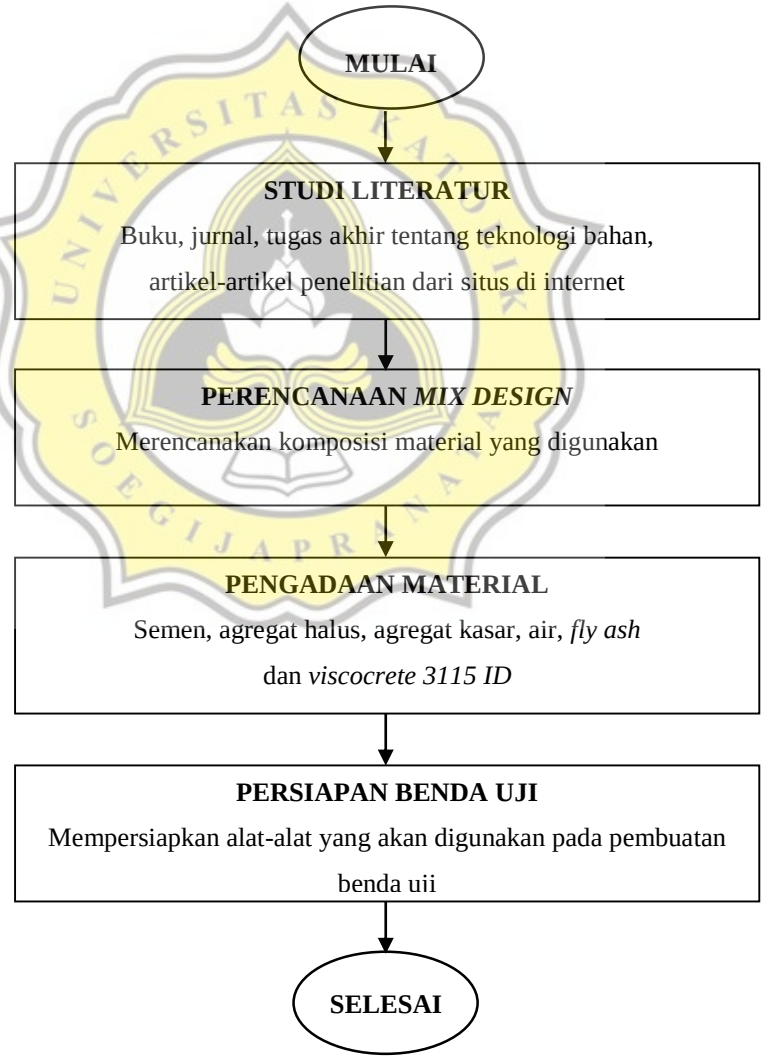
Selanjutnya pada Tahap III merupakan tahap akhir yaitu melakukan pengolahan data dari hasil penelitian dalam bentuk analisis selain itu juga menarik kesimpulan dan saran mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Berikut merupakan diagram alir pada tahap penelitian ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Penelitian

3.2.1 Tahap I

Pada tahap I ini melakukan tahap persiapan penelitian seperti melakukan studi literatur dan landasan teori-teori pendukung yang digunakan pada penelitian ini. Bahan studi literatur dan teori-teori pendukung berguna sebagai acuan pada saat melakukan penelitian agar dapat mencapai tujuan yang diinginkan. Selain melakukan pengumpulan bahan studi literatur, pada tahap ini penulis juga melakukan perencanaan *mix design* dan mempersiapkan material dan alat uji yang akan digunakan pada saat membuat benda uji. Berikut merupakan diagram alir pada tahap I:



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap I

Penjelasan mengenai pekerjaan yang dilakukan pada tahap I sebagai berikut:

1. Studi Literatur

   Sebelum melakukan penelitian, tahap pertama yang dilakukan adalah studi literatur yang bertujuan untuk mencari teori-teori dan data-data penunjang sebagai dasar penelitian. Literasi yang penulis gunakan berasal dari buku cetak maupun buku elektroik yang diunduh dari internet, jurnal-jurnal, tugas akhir dan artikel-artikel pendukung yang masih berhubungan dengan judul tugas akhir. Semua literasi yang digunakan sebagai pedoman penyusunan masih berkaitan dengan beton dan *fly ash*.

2. Perencanaan *Mix Design*

   Pada perencanaan *mix design* atau pencampuran komposisi material beton menggunakan peraturan SNI 7394-2008 sebagai acuan perencanaan *mix design*.

3. Pengadaan Material

   Material yang gunakan pada penelitian sebagai berikut:

   a. Semen

      Pada penelitian ini menggunakan semen Gresik 40 kg jenis *portland composite cement*.

   b. Agregat Halus

      Pada penelitian ini menggunakan pasir Muntilan sebagai agregat halus.

   c. Agregat Kasar

      Pada penelitian ini menggunakan agregat kasar yang digunakan adalah kerikil dengan yang berasal dari Magelang.

   d. Air

      Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari air sumur Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata sedangkan air yang

digunakan pada proses perawatan *(curing)* berasal dari air rob tepatnya di Jalan Yos Sudarso, Bandarharjo, Semarang Utara.

e. Bahan Tambah

Pada penelitian ini menambahkan *fly ash* dan *viscocrete 3115 ID* sebagai bahan tambah.

4. Persiapan Benda Uji

Sebelum melaksanakan proses penelitian khususnya pada saat *mix design* harus menyiapkan alat-alat yang akan digunakan. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain, yaitu:

a. Satu Set Mesin Ayakan atau Saringan

Satu set mesin ayakan atau saringan digunakan pada saat proses pengujian analisis agregat halus. Satu set mesin ayakan yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.

b. Satu Set Alat Uji *Slump Test*

Kerucut abram digunakan pada saat mengukur nilai *slump test* pada benda uji yang telah dibuat pada penelitian ini. Kerucut Abram memiliki ukuran diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm dengan tinggi alat 30 cm. Kerucut Abram yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.

c. Cetakan Silinder

Cetakan silinder digunakan pada saat proses mencetak benda uji. Dimensi cetakan silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm. Cetakan silinder yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.

d. Mesin *Concrete Mixer*

Pada saat proses pencampuran agregat atau komposisi pembentuk beton digunakan mesin pengaduk *(mixer)*. Pada penelitian ini

menggunakan mesin *concrete mixer* yang berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata dengan kapasitas maksimal 0,021195 m^3.

e. Alat Uji Kuat Tekan Beton

Pada saat proses uji kuat tekan beton menggunakan mesin uji kuat tekan *(compression testing machine).* Setiap benda uji akan dilakukan uji kuat tekan. Mesin uji kuat tekan *(compression testing machine)* yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.

f. Alat Bantu Lainnya

Alat bantu lain yang digunakan seperti: oven, timbangan, cangkul, sekop, dan lain-lain.

3.2.2 Tahap II

Setelah semua persiapan pada tahap I telah selesai dilaksanakan sesuai dengan penjelasan di atas maka melanjutkan penelitian ke tahap II. Pada tahap II ini berfokus kepada pembuatan benda uji. Selain membuat benda uji, dilakukan pengujian terhadap material pada tahap II. Pada pengujian material melakukan pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar. Setelah selesai melakukan pengujian material, selanjutnya membuat benda uji. Pada saat melakukan pembuatan benda uji menggunakan cetakan silinder, dengan material (agregat halus dan agregat kasar) yang sudah diuji dan kemudian pada penelitian kali ini menambahkan *fly ash* dan *viscocrete 3115 ID* kedalam campuran pembuatan beton dengan kadar konsentrasi yang telah tentukan. Setelah semua benda uji selesai dibuat sesuai yang telah direncanakan, selanjutnya benda uji tersebut dilakukan proses perawatan *(curring).* Pada proses ini semua benda uji direndam kedalam bak yang telah berisi air rob selama jangka waktu yang telah ditentukan sesuai pada Tabel 3.2. Setelah proses perawatan

(curing) selesai sesuai dengan rencana waktu yang telah ditentukan, selanjutnya semua benda uji dilakukan uji kuat tekan. Berikut merupakan diagram alir pada tahap II:

Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap II

Penjelasan mengenai pekerjaan yang dilakukan pada tahap II sebagai berikut:

1. Pengujian Material

   Sebelum melakukan pembuatan benda uji dilakukan pengujian terhadap material pembuat beton, yaitu: agregat halus dan agregat kasar. Pada agregat halus maupun agregat kasar harus dilakukan pengujian karena agregat halus dan agregat kasar berfungsi sebagai bahan pengisi dalam komposisi beton yang kira-kira mengisi sebanyak ± 70% dari volume beton itu sendiri. Jadi peran agregat halus dan agregat kasar sangat berpengaruh terhadap sifat beton itu sendiri sehingga diperlukan pengujian material dalam hal ini pada agregat halus dan agregat kasar.

   Pengujian agregat halus dan kasar yang dilakukan harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut merupakan pengujian yang dilakukan:

   a. SNI-1970-2008 (Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus)
   b. SNI 2816-2014 (Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton)
   c. SNI 1970-2008 (Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus)
   d. SNI 1973-2008 (Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran Dan Kadar Udara Beton)
   e. SNI 03-1968-1990 (Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar)
   f. SNI 03-1971:1990 (Metode Pengujian Kadar Air Agregat)

   Berikut pengujian material yang dilakukan dalam penelitian ini:

   a. Pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar

      Pada pengujian analisis saringan ini mengacu pada SNI 03-1968-1990. Peralatan yang digunakan pada pengujian analisis saringan

ini antara lain, yaitu: timbangan, oven, mesin penggetar saringan, nampan *(pan)* dan satu set saringan dengan ukuran yang dapat dilihat pada Tabel 3.1

Prosedur pada pengujian analisis saringan adalah pertama agregat halus dikeringkan dengan oven, lalu agregat halus tersebut dimasukan kedalam susunan set saringan dengan susunan set saringan dimulai dari saringan yang paling besar sampai paling kecil, kemudian satu set saringan diguncangkan dengan mesin penggetar selama ± 15 menit. Setelah itu hitung dan timbang berat agregat halus yang tertahan dimasing-masing nomor saringan.

Lakukan prosedur pengujian yang sama seperti diatas untuk mengetahui analisis saringan pada agregat kasar. Berikut urutan satu set saringan agregat halus yang digunakan di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.

Tabel 3.1 Analisis Saringan

Urutan Saringan	No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)
1	¾	19
2	3/8	9,5
3	No. 4	4,75
4	No. 8	2,36
5	No. 16	1,18
6	No. 30	0,600
7	No. 50	0,300
8	No. 100	0,150
9	No. 200	0,075
10	*Pan*	-

b. Pengujian kandungan lumpur dan kotoran organis pada agregat halus

Pada pengujian kandungan lumpur dan kotoran organis ini mengacu pada SNI 2816:2014. Peralatan yang digunakan pada pengujian kali ini antara lain, yaitu: gelas ukur 250 cc, oven, timbangan, air dan larutan NaOH.

Prosedur pengujian untuk mengetahui kandungan lumpur dilakukan dengan cara, yaitu: agregat halus yang sudah dipanaskan menggunakan oven dimasukan kedalam gelas ukur 250 cc setinggi 150 cc, kemudian masukan air setinggi 200 cc, lalu ujung gelas ukur ditutup dengan plastik, selanjutnya kocok gelas ukur tersebut selama ± 15 menit kemudian didiamkan selama minimal 5 jam, jika sudah maka larutan pasir dan lumpur akan terpisah lalu ukur tinggi pasir dan lumpurnya dengan begitu dapat mengetahui kadar kandungan lumpur pada agregat halus tersebut.

Prosedur pengujian untuk kotoran organis pada agregat halus dilakukan dengan cara, yaitu: agregat halus yang sudah dipanaskan menggunakan oven dimasukan kedalam gelas ukur 250 cc setinggi 130 cc, kemudian masukan NaOH setinggi 200 cc, lalu ujung gelas ukur ditutup dengan plastik, selanjutnya kocok gelas ukur tersebut selama ± 30 menit kemudian didiamkan selama ± 24 jam, kemudian ukur masing-masing tinggi pasir dan NaOH.

c. Pengujian berat volume agregat kasar dan agregat halus

Peralatan yang dibutuhkan pada pengujian ini antara lain, yaitu: timbangan, wadah, oven, mistar perata dan nampan *(pan)*. Pada penelitian ini mengacu SNI 1973:2008.

Prosedur pada pengujian berat volume agregat kasar dilakukan dengan cara, yaitu: timbang berat wadah, selanjutnya agregat

kasar dimasukkan kedalam wadah, langkah berikutnya timbang berat wadah beserta agregat kasar, kemudian hitung berat benda uji. Lakukan prosedur pengujian yang sama seperti diatas untuk mengetahui berat volume pada agregat halus.

d. Pengujian kadar air agregat halus dan agregat kasar

Peralatan yang digunakan pada pengujian kadar air ini antara lain, yaitu: timbangan, wadah, oven dan nampan *(pan)*. Pada penelitian ini mengacu SNI 03-1971:1990.

Prosedur pada pengujian kadar air dilakukan dengan cara, yaitu: timbang berat nampan *(pan)*, kemudian letakan agregat halus keatas nampan *(pan)* sambil timbang berat keduanya, kemudian hitung berat agregat halus, setelah itu keringkan agregat halus dan nampan *(pan)*, setelah kering timbang lagi agregat halus dan nampan *(pan)* dan kemudian hitung berat agregat halus kering dan dapat diketahui persentase kadar air rata-rata dari agregat halus. Lakukan prosedur pengujian yang sama seperti diatas untuk mengetahui kadar air pada agregat kasar.

e. Pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar

Peralatan yang digunakan pada pengujian berat jenis agregat halus ini antara lain, yaitu: oven, *picnometer*, dan timbangan. Pada pengujian ini mengacu pada SNI 1970:2008.

Prosedur pada pengujian berat jenis agregat halus dilakukan dengan cara, yaitu: isi *picnometer* dengan air, lalu masukan agregat halus sebanyak (500±10) gram, kemudian putar dan guncangkan *picnometer* selama ± 15 menit untuk menghilangkan gelembung udara pada air, selanjutnya keluarkan dan keringkan agregat halus dari dalam *picnometer* dan kemudian timbanglah berat *picnometer* pada saat terisi air. Lakukan prosedur pengujian yang sama seperti diatas untuk mengetahui berat jenis pada agregat kasar.

2. Pembuatan Benda Uji Normal (Variabel A)

   Berikut merupakan langkah-langkah untuk membuat tiga benda uji:

   a. Saring agregat halus menggunakan saringan no. 4 (4,75 mm)
   b. Siapkan agregat halus seberat 14,8179 kg
   c. Siapkan agregat kasar seberat 18,8609 kg
   d. Siapkan semen seberat 5,5451 kg
   e. Siapkan air seberat 3,9873 kg
   f. Agregat halus dan agregat kasar yang telah disiapkan dimasukan kedalam mesin molen *(concrete mixer)* dengan perbandingan yang telah direncanakan
   g. Mesin molen *(concrete mixer)* diputar agar agregat halus dan agregat kasar tercampur merata
   h. Kemudian masukan semen yang sudah disiapkan kedalam mesin molen *(concrete mixer)* yang telah berisi agregat halus dan agregat kasar lalu putar kembali mesin molen *(concrete mixer)* agar dapat tercampur merata
   i. Lalu masukan air sesuai takaran yang sudah disiapkan kedalam mesin molen *(concrete mixer)* yang sudah berisi agregat halus, agregat kasar dan semen
   j. Lalu jika proses pencampuran beton sudah selesai dan merata, kemudian dilanjutkan dengan melakukan *slump test* untuk dapat mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan *(workability)* dan kekentalan pada beton tersebut
   k. Jika proses *slump test* sudah selesai dilanjutkan dengan menuangkan hasil adukan campuran beton kedalam cetakan yang berbentuk silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm
   l. Diamkan cetakan benda uji yang telah terisi beton segar tersebut selama ± 24 jam dan letakkan di tempat yang tidak terkena sinar matahari

m. Setelah ± 24 jam, cetakan beton dapat dibuka dan benda uji tersebut dimasukan kedalam bak perendam untuk dilakukan proses perawatan beton *(curing)*.

3. Pembuatan Benda Uji Dengan Penambahan *Fly Ash* Dan *Viscocrete 3115 ID* (Variabel B, Variabel C, Variabel D dan Variabel E)

   Berikut merupakan langkah-langkah untuk membuat tiga benda uji:

   a. Saring agregat halus menggunakan saringan no. 4 (4,75 mm)
   b. Siapkan agregat halus seberat 14,8179 kg
   c. Siapkan agregat kasar seberat 18,8609 kg
   d. Siapkan semen seberat 5,5451 kg
   e. Siapkan air seberat 3,9873 kg
   f. Agregat halus dan agregat kasar yang telah disiapkan dimasukan kedalam mesin molen *(concrete mixer)* dengan perbandingan yang telah direncanakan
   g. Mesin molen *(concrete mixer)* diputar agar agregat halus dan agregat kasar tercampur merata
   h. Kemudian masukan semen yang sudah disiapkan kedalam mesin molen *(concrete mixer)* yang telah berisi agregat halus dan agregat kasar lalu putar kembali mesin molen *(concrete mixer)* agar dapat tercampur merata
   i. Kemudian tambahkan *fly ash* 4% (221,8 gr) untuk variabel B, *fly ash* 5% (277,2 gr) untuk variabel C, *fly ash* 6% (332,7 gr) untuk variabel D, *fly ash* 7% (388,1 gr) untuk variabel E
   j. Lalu masukan air sesuai takaran yang sudah disiapkan kedalam mesin molen *(concrete mixer)* yang sudah berisi agregat halus, agregat kasar, semen dan *fly ash*
   k. Kemudian tambahkan *viscocrete 3115 ID* sebanyak 2% (110,9 gr) untuk masing-masing variabel B, variabel C, variabel D, variabel E

l. Lalu jika proses pencampuran beton sudah selesai dan merata, kemudian dilanjutkan dengan melakukan *slump test* untuk dapat mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan *(workability)* dan kekentalan pada beton tersebut

m. Jika proses *slump test* sudah selesai dilanjutkan dengan menuangkan hasil adukan campuran beton kedalam cetakan yang berbentuk silinder dengan ukuran Ø15 cm dan tinggi 30 cm

n. Diamkan cetakan benda uji yang telah terisi beton segar tersebut selama ± 24 jam dan letakkan di tempat yang tidak terkena sinar matahari

o. Setelah ± 24 jam, cetakan beton dapat dibuka dan benda uji tersebut dimasukan kedalam bak perendam untuk dilakukan proses perawatan beton *(curing)*.

4. Proses Perawatan (*Curing)*

Pada proses perawatan beton *(curing)* dilakukan pada lima variabel campuran beton dengan kadar *fly ash* dan *viscocrete 3115 ID* yang berbeda-beda. Pada proses perawatan beton *(curing)* ini, semua benda uji direndam dalam bak yang berisi air rob. Untuk jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.2:

Tabel 3.2 Lima Variabel Pada Benda Uji

Variabel	Kadar *Fly Ash* (%)	Kadar *Viscocrete* (%)	Jumlah	Keterangan
A	0	0	3	Perendaman selama 6 hari
B	4	2	3	
C	5	2	3	
D	6	2	3	
E	7	2	3	
A	0	0	3	Perendaman selama 27 hari
B	4	2	3	
C	5	2	3	
D	6	2	3	
E	7	2	3	
A	0	0	3	Perendaman selama 55 hari
B	4	2	3	
C	5	2	3	
D	6	2	3	
E	7	2	3	
Jumlah Benda Uji			45	

Pada pengujian benda uji umur 7 hari dilakukan proses perendaman (*curing)* selama 6 hari, Pada pengujian benda uji umur 28 hari dilakukan proses perendaman (*curing)* selama 27 hari dan Pada pengujian benda uji umur 56 hari dilakukan proses perendaman (*curing)* selama 55 hari.

5. Uji Kuat Tekan

Setelah umur benda uji sudah mencapai umur yang telah direncanakan sesuai dengan pada Tabel 3.2 yaitu pada umur 7 hari, 28 hari dan 56 hari maka dilakukan uji kuat tekan pada benda uji. Uji kuat tekan pada benda uji berguna untuk dapat mengetahui kemampuan dari benda uji tersebut menahan gaya tekan. Kuat tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton.

Uji kuat tekan ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata. Prosedur uji kuat tekan beton dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Ambil benda uji yang akan diuji dari bak perendaman
b. Bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel
c. Lalu pada atas permukaan benda uji ditutup dengan lelehan belerang yang dipanaskan *(capping)*
d. Kemudian setelah siap, benda uji diletakan pada mesin uji kuat tekan *(compression testing machine)* pada posisi sentris
e. Lakukan pembebanan sampai benda uji retak atau hancur
f. Catat beban maksimum dan foto benda uji tersebut.

Untuk memperoleh besarnya tegangan hancur pada benda uji silinder dipakai rumus:

$f_c' = P/A$ ..... (3.1)

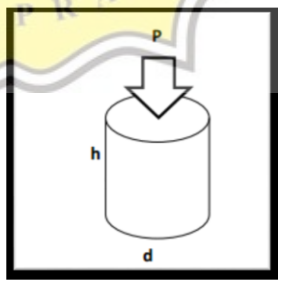
Keterangan:

f_c' = Kuat tekan beton benda uji silinder (MPa)

P = Beban desak maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji silinder (mm^2)

Gambar 3.4 merupakan gambar ilustrasi uji kuat tekan beton.



Gambar 3.4 Ilustrasi Pengujian Kuat Tekan

Keterangan :

P = Gaya (N)

h = Tinggi silinder (cm)

d = Diameter Silinder (cm)

Beton dengan mutu K 150 memiliki arti kuat tekan karakteristik beton 150 kg/cm^2 dengan benda uji silinder. Konversi 10 kg/cm^2 = 1 MPa, jadi mutu beton fc' = 12,2 MPa setara dengan = 12,2*10 / 0,83 = 146,987 kg/cm^2 dibulatkan menjadi K 150 menurut SNI.

3.2.3 Tahap III

Setelah tahap I dan tahap II telah selesai dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata, proses selanjutnya melakukan pengolahan dan analisis data hasil penelitian. Pada saat proses pengolahan dan analisis data hasil penelitian dibantu menggunakan *software Microsoft excel* agar mempermudah pekerjaan dan juga dapat lebih mudah dipahami. Proses pengolahan dan analisis data dilakukan dengan membandingkan nilai uji kuat tekan dari masing-masing lima variabel jenis campuran benda uji.

Setelah selesai melakukan pengolahan dan menganalisis data dari hasil penelitian lima variabel benda uji maka dapat ditarik kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.