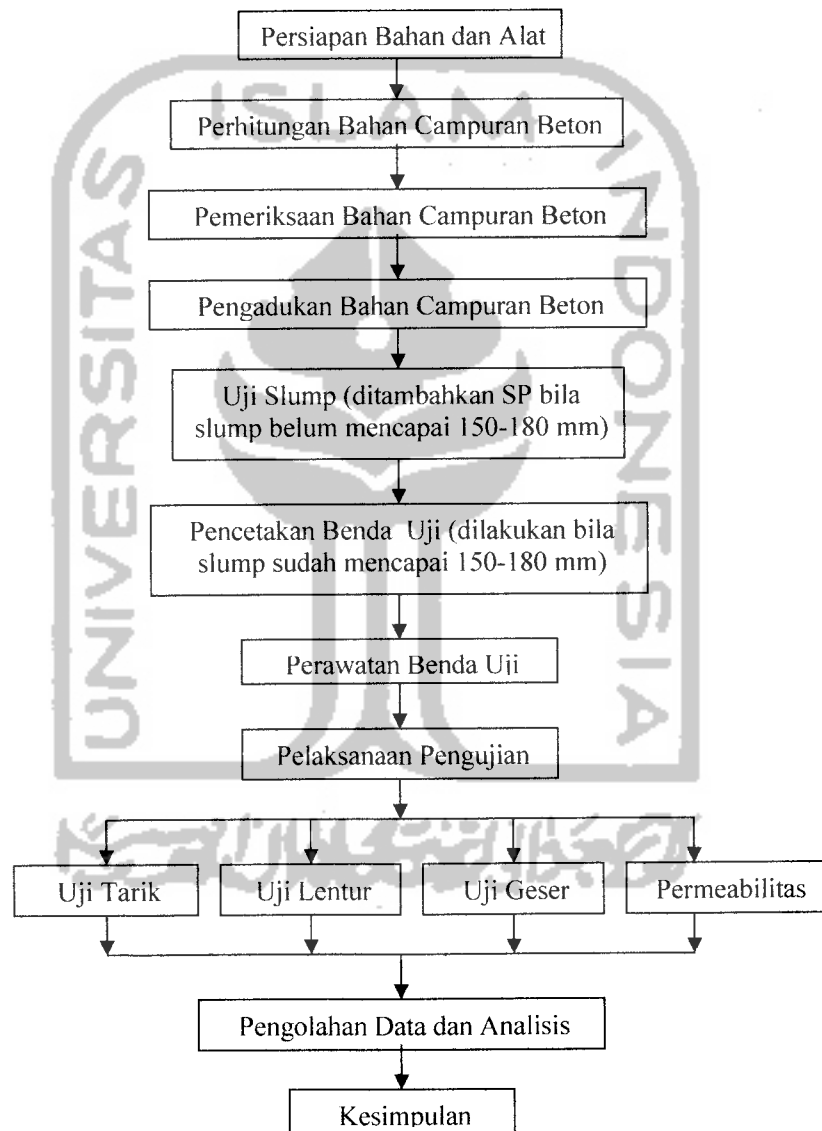


BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Urutan Pelaksanaan Penelitian

Urutan-urutan pelaksanaan penelitian digambarkan seperti pada *Gambar 4.1* di bawah ini.



Gambar 4.1. Diagram alir pelaksanaan penelitian.

4.2 Persiapan Bahan dan Alat

Sebelum melaksanakan penelitian terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan dalam penelitian. Persiapan bahan dan alat yang akan digunakan selanjutnya akan dijelaskan berikut ini.

4.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah semen portland (PC), agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambah *superplasticizer* (SP) yang akan diuraikan berikut ini.

1. Semen Portland.

Semen portland yang dipakai adalah semen portland jenis I (PUBI, 1982) merek Gresik kemasan 50 kg/sak. Pemilihan jenis ini dilakukan karena paling umum dipakai sebagai bahan campuran beton dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Semen di tempatkan pada suatu tempat yang kering dan tidak lembab. Penelitian kualitas semen hanya dilakukan dengan pengamatan secara visual terhadap kemasan dan kehalusan butirannya.

2. Agregat.

Dalam penelitian ini digunakan 2 macam agregat, yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) yang dijelaskan sebagai berikut.

- a. Agregat halus, digunakan pasir yang berasal dari Lereng Gunung Merapi dengan ukuran 0-4.8 mm. Pasir dicuci untuk menghilangkan debu dan lumpur, kemudian pasir disimpan dalam karung goni untuk menjaga kelembabannya, agar pada saat digunakan masih dalam keadaan SSD (keadaan jenuh kering permukaan/*saturated surface dry*). Untuk penyelidikan, pasir diambil dari dalam goni.
- b. Agregat kasar, digunakan kerikil batu pecah yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, memiliki ciri-ciri sudut-sudutnya yang tajam dan permukaan relatif kasar. Dalam penelitian ini dipakai batu pecah dengan diameter ukuran 4.8-20 mm. Kerikil dipisahkan menggunakan ayakan dan harus dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan debu dan lumpur. Setelah dicuci batu pecah disimpan dalam karung goni agar terjaga

kelembabannya (keadaan SSD). Penyelidikan kerikil diambil dari dalam goni agar data agregat sesuai dengan kondisi yang ada dalam goni.

3. Air.

Air yang dipakai dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (Lab.BKT) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Pemeriksaan dilakukan secara visual dari penampakannya yaitu jernih dan tidak berbau, dan juga dapat dimanfaatkan sebagai air minum.

4. *Superplasticizer* (SP).

Adalah bahan kimia tambahan yang dapat meningkatkan kelecakan beton segar. Adapun SP yang dipakai dalam penelitian ini adalah SP dengan merek *Sikament-NN* yang sudah tersedia dipasaran dengan berat jenis 1,17 kg/liter. Penambahan SP pada campuran dihitung berdasarkan persentase berat SP terhadap berat semen.

4.2.2 Alat

Untuk kelancaran pelaksanaan penelitian diperlukan adanya persiapan alat yang akan digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian. Peralatan-peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Ayakan dan karung. Ayakan digunakan untuk menyaring pasir dan kerikil agar diperoleh diameter yang diperlukan. Karung digunakan untuk menyimpan dan menjaga pasir dan kerikil agar masih dalam keadaan SSD saat digunakan.
2. Timbangan, dipakai untuk menimbang bahan susun beton yang akan digunakan serta untuk menimbang benda uji sebelum pengujian.
3. Gelas ukur, dipakai untuk menakar jumlah air dan SP yang diperlukan dalam pembuatan adukan beton.
4. Molen (mesin aduk beton), digunakan untuk mengaduk bahan susun beton sehingga dihasilkan campuran adukan beton yang homogen.

5. Talam baja, cetok, sekop, palu karet dan ember. Talam baja sebagai alas untuk pengujian slump serta untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari molen. Cetok dan sekop digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan benda uji. Palu karet digunakan untuk memukul cetakan yang baru diisi oleh adukan beton untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara dalam adukan beton. Ember digunakan untuk wadah pengambilan dan penimbangan bahan-bahan adukan beton.
6. Kerucut *Abrams* dan tongkat pemadat, digunakan untuk pengujian *slump* adukan beton. Kerucut *Abrams* mempunyai dua lubang pada ujungnya dengan diameter 10 cm pada ujung atas, diameter 20 cm pada ujung bawah, dan tinggi 30 cm. Untuk memadatkan adukan beton menggunakan tongkat pemadat dari baja dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm yang ujungnya berbentuk bulat.
7. Mistar dan kaliper, digunakan untuk mengukur dimensi benda uji sebelum pengujian. Mistar juga digunakan untuk mengukur penurunan nilai slump.
8. Seperangkat alat kunci, yang berguna untuk mempersiapkan dan membuka cetakan benda uji.
9. Cetakan benda uji silinder, dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm digunakan untuk membuat benda uji kuat tarik dan permeabilitas.
10. Cetakan benda uji balok, cetakan yang digunakan terdiri dari 2 jenis yaitu, cetakan untuk membuat benda uji kuat geser (25x10x10 cm) dan untuk benda uji kuat lentur (50x10x10 cm).
11. Mesin uji kuat desak, digunakan untuk menguji kuat tarik dan permeabilitas silinder beton dengan merek *ADR 3000*. Mesin ini juga digunakan untuk menguji kuat geser balok beton. Mesin ini mempunyai kapasitas sebesar 3000 kN.
12. Mesin uji kuat lentur, mesin yang digunakan untuk menguji kuat lentur balok beton ini adalah *Universal Testing Machine (UTM)* dengan merek *Shimatsu type UMH 30* yang mempunyai kapasitas 30 ton.

4.3 Perhitungan Bahan Campuran Beton

Komposisi campuran adukan beton pada penelitian ini diperoleh dari hasil perancangan campuran adukan beton menurut cara Inggris atau di Indonesia dikenal dengan cara DOE (*Department Of Environment*). Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan banyaknya masing-masing bahan dalam adukan beton. Langkah-langkah perancangan campuran adukan beton menurut cara DOE telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Hasil perhitungan komposisi campuran untuk beton normal dan variasi pengurangan kadar air (dengan interval 5% dari berat total air) dapat dilihat pada *Tabel 4.1*.

Tabel 4.1 Komposisi bahan campuran beton dengan pengurangan kandungan air untuk kuat tekan 25 dan 30 Mpa

Mutu Rencana (MPa)	Pengurangan Air (%)	Sampel Beton	Air (kg/m ³)	Semen (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Kerikil (kg/m ³)
25	0	BS25-0%	210	428,57	603,38	1120,55
	5	BS25-5%	199,5			
	10	BS25-10%	189			
	15	BS25-15%	178,5			
	20	BS25-20%	168			
	25	BS25-25%	157,5			
	30	BS25-30%	147			
30	0	BS30-0%	210	466,67	576,41	1118,92
	5	BS30-5%	199,5			
	10	BS30-10%	189			
	15	BS30-15%	178,5			
	20	BS30-20%	168			
	25	BS30-25%	157,5			
	30	BS30-30%	147			

4.4 Pemeriksaan Bahan Campuran Beton

Pemeriksaan bahan campuran beton dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat dari bahan campuran beton tersebut yang pada umumnya dilakukan pada agregatnya. Agregat yang ada di alam tidak serba sama, data-data agregat tentu

berlainan. Untuk uraian dan langkah-langkah pemeriksaan dan hasil uji bahan campuran beton dijelaskan pada *Lampiran B*.

Pemeriksaan bahan campuran beton yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

1. Kandungan lumpur dalam pasir.
2. Berat jenis dan kadar air pasir dan kerikil.
3. Berat volume pasir dan kerikil.
4. Modulus halus butir (MHB) pasir dan kerikil.

4.5 Pembuatan Benda Uji

4.5.1 Jenis dan Jumlah Benda Uji

Jenis benda uji akan dibuat berkaitan dengan mutu beton, umur beton, prosentase pengurangan air, dan jenis pengujian yang terdiri dari kuat tarik, lentur, geser, dan permeabilitas. Untuk pengujian kuat tarik dan pengujian permeabilitas, benda uji yang akan di buat berbentuk silinder. Pengujian kuat lentur benda uji berbentuk balok ukuran 50x10x10 cm, sedangkan untuk uji kuat geser benda uji berbentuk balok ukuran 25x10x10 cm. Jenis dan jumlah benda uji dalam penelitian ini seperti pada *Tabel 4.2*.

Tabel 4. 2. Jenis dan Jumlah Benda Uji

Pengurangan Air (%)	Kuat Tarik sesuai Kuat Tekan		Kuat Geser sesuai Kuat Tekan		Kuat Lentur sesuai Kuat Tekan		Permeabilitas sesuai Kuat Tekan		Total Benda Uji
	25 MPa	30 MPa	25 MPa	30 MPa	25 MPa	30 MPa	25 MPa	30 MPa	
0	3	3	3	3	3	3	1	1	20
5	3	3	3	3	3	3	1	1	20
10	3	3	3	3	3	3	1	1	20
15	3	3	3	3	3	3	1	1	20
20	3	3	3	3	3	3	1	1	20
25	3	3	3	3	3	3	1	1	20
30	3	3	3	3	3	3	1	1	20
Jumlah	21	21	21	21	21	21	7	7	140

4.5.2 Persiapan Pengadukan

Persiapan yang dilakukan meliputi penimbangan bahan susun beton yang telah dipersiapkan dan dihitung sesuai perhitungan kebutuhan bahan untuk setiap variasinya, penyediaan SP dalam gelas ukur, persiapan alat yang akan digunakan untuk pengadukan dan persiapan cetakan sampel uji.

4.5.3 Pengadukan Campuran Beton

Pengadukan campuran beton menggunakan mesin aduk/molen. Prosedur pengadukan dilakukan dengan cara memasukkan bahan-bahan susun beton, yaitu pasir, kerikil, dan semen kemudian diaduk dalam keadaan kering sampai ketiga bahan tersebut homogen. Air ditambahkan secara bertahap agar merata ke seluruh bagian campuran, kemudian aduk kembali sampai campuran homogen. Setelah semua bahan masuk dan adukan homogen, selanjutnya dilakukan penuangan SP yang dilakukan sedikit demi sedikit agar SP dapat tercampur merata dalam campuran dan diusahakan agar SP tidak tertahan pada dinding molen. Penuangan SP dilakukan secara bertahap dan pada setiap tahap dilakukan uji slump sampai mencapai nilai slump yang direncanakan, yaitu 150-180 mm. Apabila sudah mencapai nilai slump yang direncanakan, pengadukan dapat dihentikan dan pengecoran/pencetakan beton dapat dilakukan.

4.6 Pengujian *Slump*

Keleccakan beton segar pada beton normal metode DOE antara 0-180 mm disediakan dalam empat interval, yaitu 0-10 mm, 10-30 mm, 30-60 mm, dan 60-180 mm. Dalam penelitian ini, diambil interval *slump* untuk modifikasi antara 30-60 mm dengan alasan bahwa slump tersebut berada di tengah-tengah antara *slump* terendah dan tertinggi yang tersedia pada metode DOE.

Pada pelaksanaannya pengadukan digunakan nilai *slump* antara 150-180 mm. Pengujian ini untuk mengetahui tingkat keleccakan dan mengontrol tingkat workabilitas campuran beton yang diinginkan berdasarkan nilai *slump* yang telah direncanakan. Menurut SK-SNI-M-12-1989-F tentang metode pengujian *slump*, pengujian nilai *slump* dilakukan menggunakan kerucut Abrams. Kerucut Abrams

di letakkan ditempat yang rata dan tidak menghisap air. Adukan dimasukkan ke dalam kerucut Abrams dalam 3 lapis, tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi kerucut. Setiap lapis adukan yang masuk ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja pemadat secara merata. Setelah adukan ketiga selesai ditusuk-tusuk, kemudian permukaan beton diratakan dan sisa campuran yang jatuh disekitar cetakan disingkirkan. Kemudian kerucut diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas dan kerucut diletakkan disamping campuran. Pengukuran *slump* dilakukan dengan mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji. Nilai yang didapat merupakan nilai *slump* dan dilaporkan dalam satuan cm atau mm.

4.7 Perawatan Beton

Perawatan beton beton keras dilakukan mengikuti metode perawatan standar, yaitu dengan cara merendam beton di dalam air sesuai dengan batas umur pengujian beton (28 hari). Perawatan beton dilakukan setelah beton dikeluarkan dari cetakan (24 jam setelah pencetakan) sampai dengan 24 jam sebelum pengujian.

4.8 Pengujian Beton Keras

Pengujian beton dilaksanakan pada beton dengan mutu rencana 25 dan 30 MPa dan setelah beton berumur 28 hari. Beton dikeluarkan dari perendaman 24 jam sebelum pengujian, agar benda uji tidak dalam keadaan basah saat diuji. Menjelang pengujian beton keras dilakukan persiapan-persiapan dan pencatatan-pencatatan tentang data benda uji dan pengujiannya terlebih dahulu. Pengujian beton keras yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah pengujian kuat tarik, kuat lentur, kuat geser dan permeabilitas beton.

4.8.1 Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai kuat tarik beton umur 28 hari. Pada pengujian ini digunakan benda uji berbentuk silinder dengan

diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, jumlah benda uji untuk pengujian ini sebanyak 3 buah benda uji pada tiap variasi dari tujuh variasi pengurangan air.

Mesin yang digunakan untuk menguji kuat tarik beton ini adalah mesin uji kuat desak dengan merek *ADR 3000* yang mempunyai kapasitas uji sebesar 3000 kN. Untuk gambar benda uji dan metode pengujian kuat tarik dapat dilihat pada **Gambar 3.5**. Langkah-langkah pengujian kuat tarik ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji dikeluarkan dari tempat perendaman 24 jam sebelum pengujian.
2. Benda uji diukur dan dicatat dimensinya.
3. Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.
4. Benda uji diletakkan ke dalam alat uji tekan.
5. Mesin uji tekan dijalankan dengan penambahan beban uji yang konstan.
6. Pembebanan dilakukan sampai benda uji terbelah/hancur dan beban maksimum dicatat dalam satuan kN.

4.8.2 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai kuat lentur beton umur 28 hari. Benda uji berbentuk balok dengan panjang 50 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm. Jumlah benda uji untuk pengujian ini sebanyak 3 buah benda uji pada tiap variasi dari tujuh variasi pengurangan air.

Mesin yang digunakan untuk menguji kuat lentur balok beton ini adalah *Universal Testing Machine (UTM)* dengan merek *Shimatsu type UMH 30* yang mempunyai kapasitas 30 ton. Pemberian beban dilakukan dengan pembebanan dua titik. Sebelum pengujian, dibuat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan dan titik pembebanan pada balok uji. Untuk gambar benda uji, titik perletakan, titik pembebanan dan metode pengujian kuat lentur dapat dilihat pada **Gambar 3.6 dan 3.7**. Langkah-langkah pengujian kuat lentur adalah sebagai berikut :

1. Benda uji dikeluarkan dari tempat perendaman 24 jam sebelum pengujian.

2. Benda uji diukur dan dicatat dimensinya.
3. Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.
4. Dibuat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan dan titik pembebanan pada benda uji.
5. Benda uji yang sudah diberi tanda diletakkan di atas dua perletakan dan batang baja perletakan beban diletakkan di atas benda uji sesuai dengan tanda yang dibuat pada benda uji.
6. Pembebanan dan kecepatan pembebanan pada mesin uji diatur dahulu.
7. Kecepatan pembebanan dikurangi pada saat-saat menjelang patah, yang ditandai dengan kecepatan gerak jarum pada skala beban agak lambat.
8. Pembebanan dihentikan jika benda uji sudah patah dan beban maksimum yang menyebabkan patahnya benda uji dicatat (satuan beban dalam kg).

4.8.3 Pengujian Kuat Geser Beton

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai kuat geser beton umur 28 hari. Benda uji berbentuk balok dengan panjang 25 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm. Jumlah benda uji untuk pengujian ini sebanyak 3 buah benda uji pada tiap variasi dari tujuh variasi pengurangan air.

Mesin uji pada pengujian kuat geser beton ini sama seperti pada pengujian kuat tarik beton, yaitu dengan menggunakan mesin uji desak. Tetapi untuk pemberian beban pada pengujian ini hampir sama seperti pengujian kuat lentur, yaitu pembebanan dengan 2 tumpuan dari sisi bawah dan atas dari balok uji. Untuk gambar benda uji dan metode pengujian kuat geser dapat dilihat pada **Gambar 3.9**. Untuk langkah-langkah pelaksanaan pengujian kuat geser beton adalah sebagai berikut:

1. Benda uji dikeluarkan dari tempat perendaman 24 jam sebelum pengujian.
2. Benda uji diukur dan dicatat dimensinya.
3. Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.



4. Dibuat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan pada alat bantu uji geser.
5. Benda uji kuat diletakkan pada alat bantu uji geser dan dimasukkan ke dalam alat uji desak.
6. Mesin uji tekan dijalankan dengan penambahan beban uji yang konstan.
7. Pembebanan dilakukan sampai benda uji patah dan beban maksimum dicatat dalam satuan kN.

4.8.4 Pengujian Permeabilitas Beton

Pengujian ini untuk mengetahui tingkat permeabilitas beton umur 28 hari yang ditunjukkan dengan kedalaman resapan dan kecepatan resapan dalam benda uji.. Pada pengujian ini digunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dan jumlah benda uji untuk pengujian ini sebanyak satu buah benda uji pada tiap variasi. Langkah-langkah pelaksanaan pengujian permeabilitas beton adalah sebagai berikut:

1. Benda uji dikeluarkan dari tempat perendaman 24 jam sebelum pengujian
2. Benda uji diukur dan dicatat dimensinya.
3. Benda uji dimasukkan kedalam oven selama 24 jam (1 hari).
4. Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari oven dan didiamkan sampai benda uji dingin.
5. Benda uji direndam lagi di dalam air selama 1 jam.
6. Setelah 1 jam, benda uji diangkat dari tempat rendaman dan dilap.
7. Benda uji diletakkan ke dalam alat uji tekan dan dilakukan pembelahan benda uji seperti pada uji *split cylinder* (uji tarik-belah).
8. Mesin uji tekan dijalankan dengan penambahan beban uji yang konstan.
9. Setelah benda uji terbelah kemudian diukur dan dicatat kedalaman air yang meresap ke dalam benda uji pada keempat sisi dari benda uji, yaitu sisi atas, bawah dan 2 sisi samping (kiri dan kanan).

10. Dari tiap sisi diambil 2 titik kedalaman resapan terjauh dan dicatat dalam satuan cm atau mm sebagai penentuan perhitungan permeabilitas beton.

