

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi bahan Konstruksi, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian

3.2.1. Peralatan Penelitian

Peralatan yang di gunakan dalam penelitian ini dari persiapan bahan sampai benda uji adalah sebagai berikut ini.

1. Mesin *Los Angeles*, alat ini digunakan untuk pengujian keausan agregat kasar.
2. Oven, alat ini digunakan untuk pengujian agregat halus dan agregat kasar untuk campuran beton.
3. Cetok, alat ini digunakan untuk menuangkan adonan beton dalam cetakan silinder.
4. *Mixer*, alat ini digunakan untuk mengaduk campuran beton.
5. Ayakan / saringan, alat ini digunakan untuk mengetahui susunan dari agregat kasar dan agregat halus.
6. Kerucut *Abrams*, alat ini digunakan untuk pengujian nilai *slump*.
7. Gelas ukur yang berkapasitas 1000 ml.
8. Penumbuk besi, alat ini digunakan untuk menumbuk campuran beton setelah di masukan kedalam cetakan beton.
9. Silinder cetakan beton, berukuran 15 x 30 cm.
10. Timbangan, alat ini digunakan untuk mengetahui berat beton sebelum dan sesudah perendaman dan mengetahui berat bahan - bahan penyusun.
11. Mesin uji kuat tekan beton *merk Hungia* yang berkapasitas 2000 KN.
12. Kaliper dan Mistar, alat ini digunakan untuk mengukur tinggi *slump* dan dimensi benda uji beton.
13. Nampan untuk menaruh hasil adonan campuran beton setelah tercampur pada *Mixer*.

3.2.2. Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dari persiapan sampai benda uji adalah sebagai berikut ini.

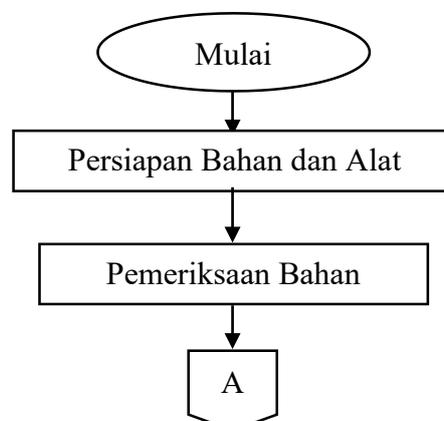
1. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerikil dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta.
2. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Merapi, Sleman, Yogyakarta.
3. Air bersih yang diambil dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruks, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. *Superplasticizer* (bahan tambah kimia) yang di gunakan adalah produk dari PT. SIKA INDONESIA.
5. Semen yang di gunakan adalah semen PPC (*Portlandt Pozzolan Cement*) produk dari PT. SEMEN GRESIK.

3.3. Pelaksanaan Penelitian

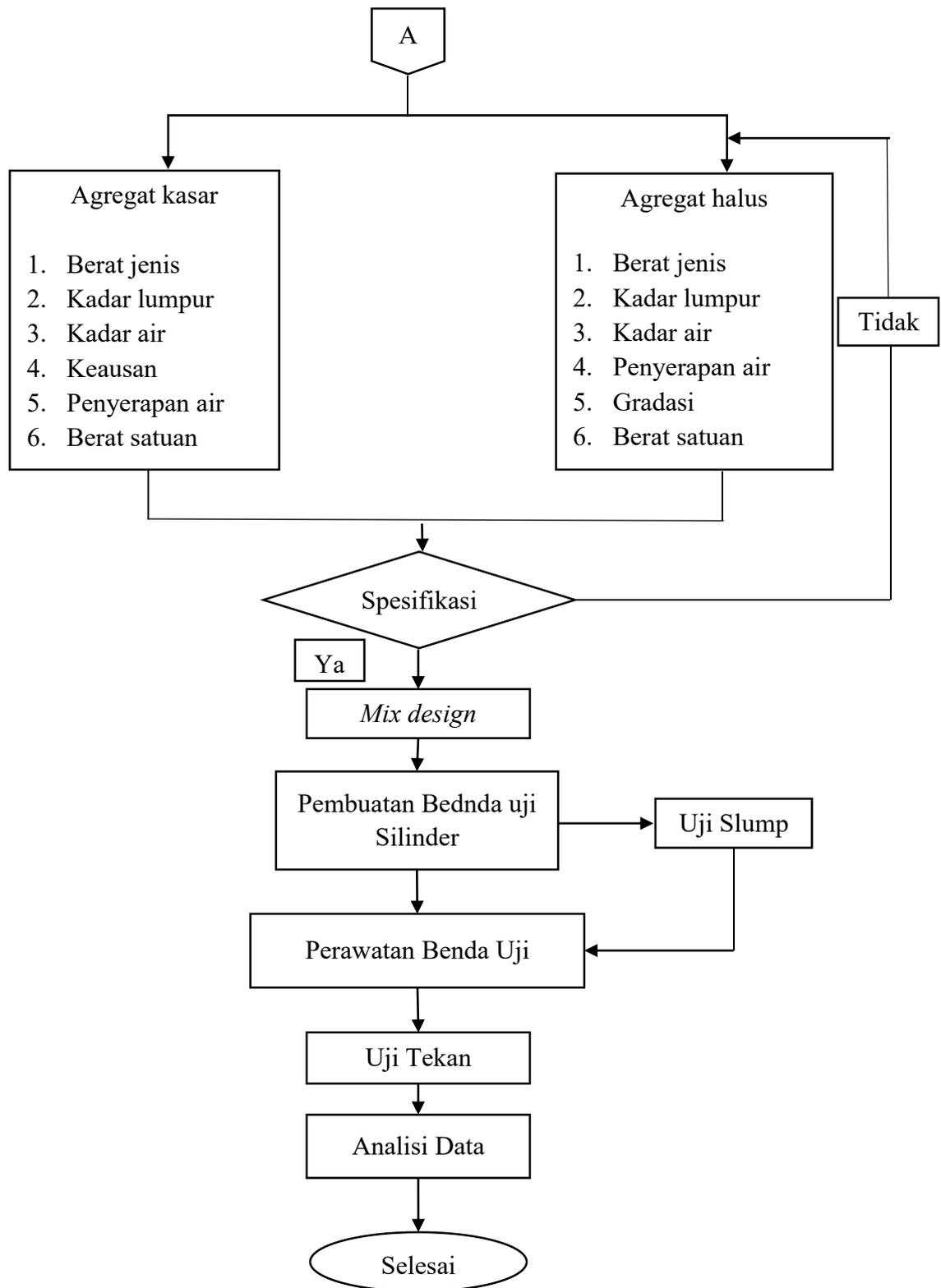
Pelaksanaan benda uji dilakukan dengan metode percobaan (metode eksperimental). Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, penelitian dimulai dari pengumpulan data, pemeriksaan bahan, pengumpulan data, pembuatan *mix design*, pembuatan benda uji, pemeliharaan benda uji, dan pengujian kuat tekan beton.

3.4. Bagan Alir

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam pengambilan data penelitian juga ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian



Gambar 3.2 Bagan alir penelitian (lanjutan)

Pengujian penyerapan air dilakukan pada interval 7 hari, 14 hari dan 28 hari dan dilakukan pengujian kuat tekan beton. Benda uji memiliki 9 variasi sampel dengan tiga variasi ukuran maksimum agregat kasar.

3.5. Pengujian Agregat Halus, Agregat Kasar, dan Beton

Persiapan alat dan bahan, pemeriksaan bahan-bahan penyusun, pembuatan campuran beton, dapat dilakukan sebelum pembuatan benda uji seperti pada Gambar 3.1. Langkah-langkah dalam pelaksanaan pengujian agregat halus, agregat kasar, dan beton dapat diuraikan sebagai berikut ini.

3.5.1. Persiapan Alat dan Bahan

Pemeriksaan awal yang dilakukan yaitu melakukan pemeriksaan alat - alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Alat-alat yang digunakan dalam melakukan pengujian berbeda sesuai dengan jenis pengujiannya.

3.5.2. Pemeriksaan Bahan

Prosedur pemeriksaan agregat halus Merapi adalah sebagai berikut ini.

1. Prosedur pengujian gradasi agregat halus Merapi menurut aturan SNI 03 - 1968 – 1990 adalah sebagai berikut ini.
 - a. Agregat halus dikeringkan ke dalam oven dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
 - b. Saringan disusun dari nomor 4 (4,75 mm), 8 (2,36 mm), 16 (1,8 mm), 30 (0,600 mm), 50 (0,300 mm), 100 (0,150 mm) dan pan
 - c. Agregat halus dimasukkan ke dalam saringan dengan ukuran saringan paling besar yang ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan waktu selama 15 menit menggunakan tangan atau mesin pengguncang.
 - d. Masing-masing butiran yang tertahan pada seriap saringan ditimbang. Perhitungan hasil modulus halus butir dapat dihitung pada Persamaan 3.1.
 - e. Modulus Hapus Butir = $\frac{\text{Berat Tertahan Kumulatif}}{\text{Berat tertahan \%}}$ 3.1
2. Prosedur pengujian penyerapan air dan berat jenis agregat halus Merapi menurut aturan SNI 03 - 1970 – 2008 (BSN, 2008) adalah sebagai berikut ini.
 - a. Sampel sebanyak 9 agregat halus pasir Merapi masing-masing yaitu 1000 gram dikeringkan ke dalam oven dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.

- b. Agregat halus yang telah di oven selama 24 jam, kemudian direndam dengan air selama 24 jam.
 - c. Agregat halus di keringkan hingga mencapai keadaan jenuh kering muka (SSD).
 - d. Agregat halus dengan keadaan SSD dimasukkan kedalam tabung Erlenmeyer ±500gram dan tambahkan kembli air 90% dari Erlenmeyer. Putar dan guncangkan tabung Erlenmeyer dengan menggunakan tangan untuk menghilangkan gelembung udara disela – sela agegat halus.
 - e. Tabung Elenmeyer dipenuhi dengan air hingga batas pembacaan pengukuran. Timbang menggunakan ketelitian 0.1 gram (Bt).
 - f. Agregat halus dikeluarkan dari tabung kemudian di keringkan pada temperature $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, kemudian didinginkan pada ruangan selama ±2jam, kemudian timbang berat agregat halus (Bk).
 - g. Piknometer diisi dengan air sampai batas penuh dan timbang piknometer.
 - h. Berat jenis curah = $\frac{Bk}{B+SSD-Bt} \times 100\%$ 3.2
 - i. Berat jenis jenuh kering muka = $\frac{SSD}{B+SSD-Bt} \times 100\%$ 3.3
 - j. Berat jenis tampak = $\frac{Bk}{B+Bk-Bt} \times 100\%$ 3.4
 - k. Penyerapan air = $\frac{SSD-Bk}{Bk} \times 100\%$ 3.5
3. Prosedur pengujian kadar air agregat halus Merapi adalah sebagai berikut ini.
- a. Siapkan 3 sampel pasir Merapi
 - b. Timbang berat cawan (W1)
 - c. Timbang berat cawan + pasir sebelum dioven (W2)
 - d. Timbang berat cawan + pasir setelah dioven (W3)
 - e. Hitung berat air (W4)
- $$W4 = W2 - W3 \quad \dots\dots\dots 3.6$$
- f. Hitung kadar (KA)
- $$KA = \frac{W4}{W3-W1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 3.7$$
4. Prosedur pengujian berat satuan agregat halus Merapi meurut SNI 03-4804-1998 (BSN, 1998) adalah sebagai berikut ini.
- a. Sipkan sampel agregat halus Merapi.

- b. Timbang berat silinder kosong (B1).
- c. Timbang berat silinder + agregat halus (B2).
- d. Volume silinder $15 \times 30 \text{ cm}^3$
- e. Hitung berat kadar air (Bsat)

$$B_{\text{sat}} = \frac{B_2 - B_1}{v} \dots\dots\dots 3.8$$

5. Prosedur pengujian kadar lumpur agregat halus Merapi menurut SNI 03 – 4428 – 1997 (BSN, 1997) adalah sebagai berikut ini.

- a. Sediakan pasir sebanyak 350 ml, kemudian masukan kedalam gelas ukur 500 ml.
- b. Air bersih dimasukkan kedalam gelas ukur yang telah berisi pasir sampai 500 ml gelas ukur.
- c. Lakukan pengadukan dengan cara menutupi gelas ukur dengan rapat dengan tangan, kemudian gelas ukur diguling-gulingkan sebanyak 10 kali.
- d. Setelah selesai diguling-gulingkan sebanyak 10 kali, gelas ukur diletakkan ditempat yang aman selama 24 jam.
- e. Lakukan pengukuran pada gelas ukur yang diuji.
- f. Hitung nilai presentase kadar lumpur pada pasir.

$$\text{Kadar lumpur (\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \dots\dots\dots 3.9$$

Prosedur pemeriksaan bahan agregat kasar Clereng adalah sebagai berikut ini.

1. Prosedur pengujian penyerapan air dan berat jenis agregat kasar Clereng.
 - a. Siapkan agregat kasar ± 5000 gram.
 - b. Benda uji dicuci untuk menghilangkan kotoran dan debu yang melekat pada permukaan agregat kasar.
 - c. Benda uji dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap.
 - d. Benda uji didinginkan setelah dikeluarkan dari oven pada suhu kamar setelah itu timbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram (Bk).
 - e. Benda uji direndam dengan air selama 24 jam pada suhu ruangan.
 - f. Benda uji dikeluarkan dari dalam air, kemudian lap permukaan benda uji sampai keadaan kering muka jenuh air (SSD).

- g. Timbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj).
- h. Timbang benda uji kering permukaan jenuh didalam air (Ba).
- i. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*) = $\frac{Bk}{Bj-Ba}$ 3.10
- j. Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*) = $\frac{Bj}{Bj-Ba}$ 3.11
- k. Berat jenis tampak (*apparent specific grafitiy*) = $\frac{Bk}{Bk-Ba}$ 3.12
- l. Penyerapan Air Kerikil = $\frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\%$ 3.13

2. Pemeriksaan kadar lumpur

Prosedur pengujian kadar lumpur agregat kasar Clereng menurut SNI S-04-1989-F adalah sebagai berikut ini.

- a. Siapkan 3 sampel agregat kasar.
- b. Timbang berat cawan (W1).
- c. Timbang berat cawan + agregat kasar sebelum dioven (W2)
- d. Timbang berat cawan + agregat kasar setelah dioven (W3)
- e. Hitung berat air (W4)
- $$W4 = W2 - W3 \text{ 3.14}$$
- f. Hitung kadar lumpur (KA)
- $$KA = \frac{W4}{W3-W1} \times 100\% \text{ 3.15}$$

3. Prosedur pengujian kadar air agregat kasar Clereng adalah sebagai berikut ini.

- a. Siapkan sampel agregat kasar Clereng.
- b. Timbang berat cawan kosong (W1).
- c. Timbang berat cawan + agregat kasar sebelum dioven (W2).
- d. Timbang berat cawan + agregat yang telah dioven (W3)
- e. Hitung berat air (W4).
- $$W4 = W2 - W3 \text{ 3.16}$$
- f. Hitung kadar air yang terkandung didalam agregat kasar Clereng (KA)
- $$KA = \frac{W4}{W2-W1} \times 100\% \text{ 3.17}$$

4. Prosedur pengujian berat satuan agregat kasar Clereng menurut SK SNI 03-4804-1998 adalah sebagai berikut ini.

- a. Bahan yang digunakan dalam pengujian berat satuan adalah agregat kasar yang berasal dari Clereng.
- b. Siapkan agregat kasar sebanyak 1000 gram.
- c. Timbang berat silinder kosong (B1).
- d. Timbang berat silinder + agregat kasar (B2).
- e. Hitung volume silinder (v)
- f. Hitung berat satuan agregat (Bsat).
- g. $Bsat = \frac{B2-B1}{v}$ 3.18

5. Pemeriksaan keausan agregat

Prusedur pengujian agregat kasar Clereng dengan mesin abrasi *Los Angeles* menurut SNI-2417-2008 (BSN, 2008) adalah sebagai berikut ini.

- a. Cuci agregat dan keringkan agregat kasar gradasi a pada temperature $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
- b. Benda uji dimasukkan sebesar 5kg bersamaan dengan bola baja ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*.
- c. Putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm, jumlah putaran dari mesin abrasi *Los Angeles* gradasi a adalah 500 putaran.
- d. Benda uji dikeluarkan dari mesin *Los Angeles* kemudian saring dengan saringan no. 12 (1,7 mm) butiran yang tertahan selanjutnya dicuci sampai bersih kemudian dimasukan dalam oven sampai beratnya tetap (b)
- e. Jumlah pasir keseluruhan (a).
- f. Nilai keausan $I = \frac{a}{b} \times 100\%$ 3.19

3.6. Perencanaa Campuran Beton (*Mix Design*)

Langkah – langkah perhitungan mix design beton mutu tinggi dengan variasi agregat mengacu pada ACI 221. 4R - 93, untuk analisi *mix design* beton mutu tinggi dapat dilihat pada lampiran.

3.7. Pembuatan Silinder Benda Uji

Pembuatan benda uji silinder yaitu mempersiapkan bahan-bahan sesuai dengan perhitungan *mix design*. Metode pembuatan beton mutu tinggi adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat kasar Clereng dan agregat halus Merapi dicampur ke dalam *Concrete Mixer*.
2. Agregat kasar dan agregat halus tercampur rata, kemudian masukan semen ke dalam *Concrete Mixer*.
3. Setelah semuanya tercampur kemudian masukan air ke dalam *Concrete Mixer* sedikit demi sedikit, agar beton tidak mengeras pada waktu dimasukkan ke silinder benda uji, proses pencampura tidak boleh melebihi dari 5 menit.
4. Tuangkan cairan *superplasticizer* sedikit demi sedikit kedalam *Concrete Mixer* yang sudah ditakarkan.
5. Keluarkan campuran beton segar dari *Concrete Mixer* kedalam nampan untuk dilakukan pengujian *slump*.
6. Kemudian masukkan beton segar ke dalam cetakan silinder benda uji dengan tinggi 30 cm, diameter 15 cm. Masukkan beton segar masing – masing sepertiga dari cetakan silinder kemudian ditumbuk setiap lapisan masing - masing sebanyak 25 kali, untuk jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variasi ukuran agregat dan jumlah benda uji

| No | Ukuran Agregat | Lama Perendaman | Jumlah Benda Uji | Total |
|-------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-------|
| 1 | Lolos 3/4 (12,5mm) | 7 | 3 | 9 |
| | | 14 | 3 | |
| | | 28 | 3 | |
| 2 | Lolos 1/2 (9,5 mm) | 7 | 3 | 9 |
| | | 14 | 3 | |
| | | 28 | 3 | |
| 3 | Lolos 3/8 (8 mm) | 7 | 3 | 9 |
| | | 14 | 3 | |
| | | 28 | 3 | |
| Jumlah Benda Uji | | | | 27 |

3.8. Pengujian *Slump*

Langkah – langkah pengujian *Slump* menurut SNI 1972 – 2008 (BSN, 2008) adalah sebagai berikut ini.

1. Kerucut *Abrams* dibasahi, letakan ditempat yang basah, rata dan tidak meyerap air.
2. Masukkan campuran beton segar sepertiga dari kerucut *Abrams*.
3. Tusuk setiap lapis sebanyak 25 kali.
4. Ratakan bagian atasnya, dan tunggu sampai 30 detik.
5. Tarik kerucut *Abrams* secara perlahan tegak lurus vertikal.
6. Letakkan tabung kerucut disamping beton segar, kemudian ukur beda tinggi kerucut *Abrams* dengan beton segar untuk mendapatkan nilai *slump*.

3.9. Perawatan Benda Uji

Cara merawat benda uji dengan air tawar / curing adalah sebagai berikut ini.

1. Setelah 24 jam cetakan beton silinder dibuka, kemudian beton dibersihkan.
2. Beton ditimbang dan beri kode sesuai dengan umur beton dan ukuran agregat yang dipakai pada benda uji.
3. Beton direndam sesuai umur yaitu 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
4. Angkat beton setelah direndam sesuai umur yang telah diberi kode.
5. Timbang beton untuk mengetahui penyerapan beton sesuai kode umur masing – masing.
6. Beton didiamkan dan di uji tekan.

3.10. Penyerapan Air

Prosedur pengujian penyerapan air dilakukan dengan cara sebagai berikut ini.

1. Setelah 24 jam cetakan beton silinder dibuka, kemudian beton dibersihkan.
2. Kemudian beton dan beri kode sesuai dengan umur beton dan ukuran agregat yang dipakai pada benda uji.
3. Beton ditimbang dengan menggunakan timbangan *Neraca Ohaus*.
4. Kemudian renadam beton dengan umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
5. Angkat beton dan timbang dengan menggunakan *Neraca Ohaus*. Setelah itu, beton didiamkan dalam suhu ruangan sampai siap untuk diuji kuat tekan.

3.11. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dan membandingkan perhitungan nilai kuat tekan renacana dengan

dilapangan. Pengujian nilai kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, yang dapat diketahui secara langsung nilai kuat tekannya dengan cara membaca pada skala pembebanan yang didapat pada saat pengujian kuat tekan beton. Beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji silinder dapat diketahui pada saat angka petunjuk tekanan mencapai nilai tertinggi diikuti benda uji akan mengalami retak atau hancur pada setelah menerima beban maksimum. Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

3.12. Analisa dan Hasil

Setelah pelaksanaan selesai, maka nantinya dapat digunakan untuk pembahasan dan kesimpulan penelitian ini. Adapun data data yang didapatkan dari pengujian adalah sebagai berikut ini.

1. Data pengujian agregat.
 - a. Berat jenis dan penyerapan air.
 - b. Kadar lumpur.
 - c. Kadar air.
 - d. Berat satuan.
 - e. Keausan.
 - f. Gradasi.
2. Data hasil kuat tekan (lampiran).