

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini dimulai pada tanggal 16 Maret 2017 sampai dengan 19 Mei 2017.

B. Bahan dan Peralatan Penelitian

1. Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

- a. Semen *Portland* tipe I dengan merek Gresik kemasan 40 kg.



Gambar 4.1 Semen *Portland*

- b. Agregat halus yang berasal dari daerah Merapi.



Gambar 4.2 Agregat halus

- c. Agregat kasar yang berasal dari daerah Clereng, Kulon Progo.



Gambar 4.3 Agregat kasar

- d. Air bersih yang berasal dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- e. Bahan campuran berupa *silica fume* dengan merek SikaFume produksi PT. SIKA yang berfungsi sebagai pengganti sebagian semen.



Gambar 4.4 *Silica fume*

- f. Bahan campuran berupa *superplasticizer* Sikament NN produksi PT. SIKA yang berfungsi sebagai bahan pengurang air (*accelerator*) pada beton.



Gambar 4.5 *Superplasticizer*

2. Peralatan penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian dari persiapan pemeriksaan bahan sampai benda uji penelitian adalah sebagai berikut ini.

- a. Gelas ukur kapasitas maksimum 1000 ml dengan merk *MC*, untuk menakar volume air.



Gambar 4.6 Gelas ukur kapasitas 1000 ml

- b. Tabung *Erlenmeyer* dengan merk *Pyrex*, untuk pemeriksaan berat jenis.



Gambar 4.7 Tabung *Erlenmeyer*

- c. Timbangan merk *Ohaus* dengan ketelitian $\pm 0,1$ gram, untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun beton.



Gambar 4.8 Timbangan *Ohaus*

- d. Saringan dan mesin ayakan, untuk pengujian gradasi dari agregat halus.



Gambar 4.9 Saringan

- e. *Oven*, untuk pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran beton.



Gambar 4.10 *Oven*

- f. Sekop, cetok dan talem, sebagai peralatan pekerjaan pada proses beton sebelum dicetak.



Gambar 4.11 Sekop, cetok dan talem

- g. Wajan dan nampan besi sebagai wadah penampungan adukan beton.



Gambar 4.12 Nampan

- h. Mesin Molen untuk pencampuran dan pengadukan campuran benda uji dengan volume lebih besar.



Gambar 4.13 *Concrete mixer*

- i. Kerucut *Abrams*, untuk pengujian nilai *slump* beton.



Gambar 4.14 Kerucut *Abrams*

- j. Cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.



Gambar 4.15 Cetakan silinder beton

- k. Mesin uji tekan beton merk *Hung Ta*, digunakan untuk pengujian kuat tekan dari beton.



Gambar 4.16 Mesin uji tekan

1. Mistar dan *Kaliper*, untuk mengukur dimensi dari benda uji.



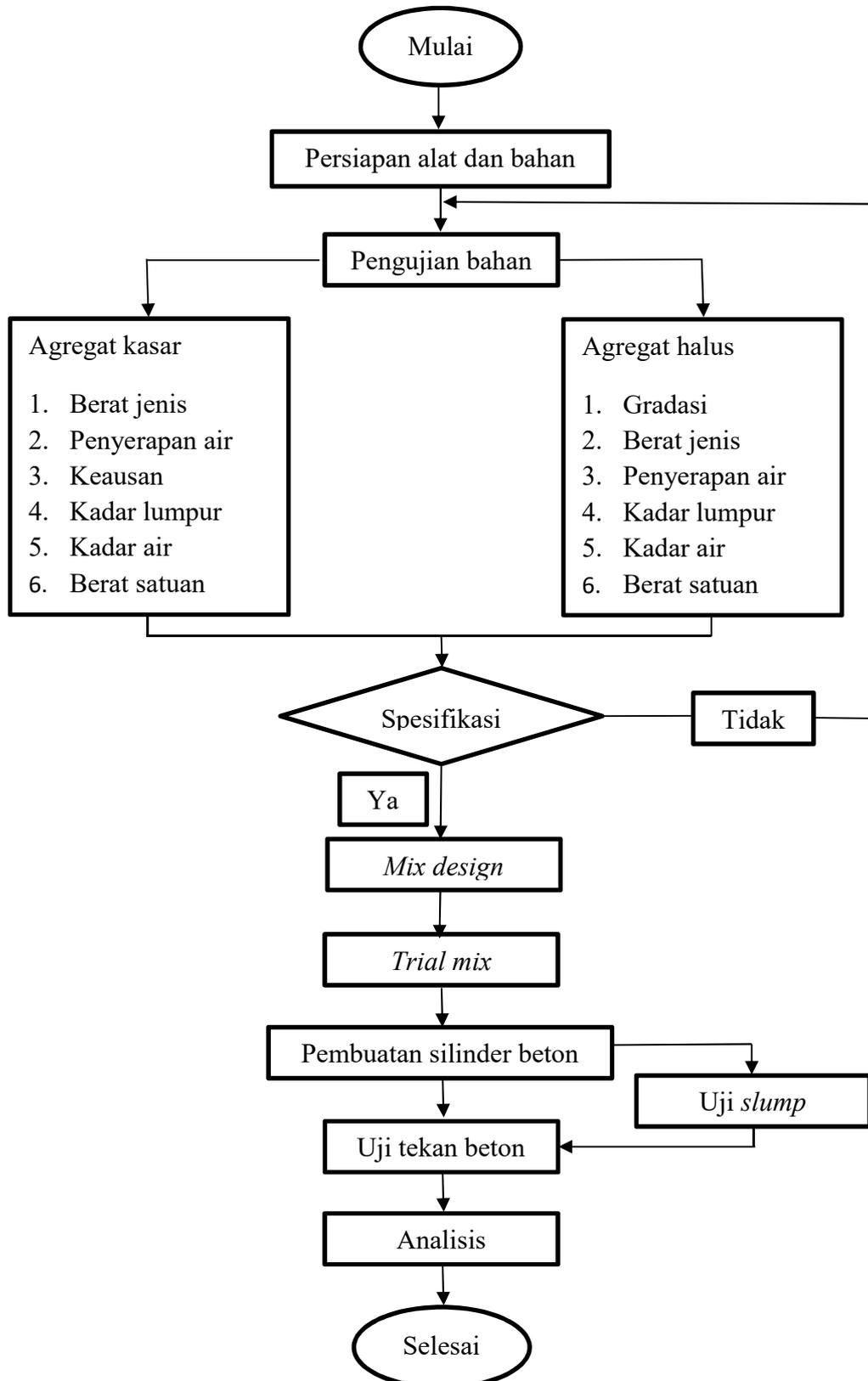
Gambar 4.17 *Kaliper*



Gambar 4.18 Mistar

C. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan pengumpulan data, pengadaan material, pemeriksaan material, pembuatan *mix design* kemudian pembuatan benda uji yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan percobaan. Pengujian agregat halus dan agregat kasar dilakukan untuk mencapai hasil yang telah ditentukan.



Gambar 4.19 Bagan alir penelitian

Pengujian kuat tekan dilakukan pada interval 3 hari, 7 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan yaitu empat variasi campuran diantaranya 3 beton dengan variasi campuran berupa *silicafume* dan *superplasticizer* dan satu beton normal tanpa bahan tambah sebagai pembanding. Setiap variasi terdiri dari 9 sampel benda uji untuk pengujian selama 3 hari, 7 hari dan 28 hari.

D. Pengujian Agregat Halus, Agregat Kasar dan Beton

Sebelum dilakukannya pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan dan alat, pemeriksaan bahan penyusun, pembuatan beton, dan pengujian kuat tekan. Langkah-langkah pelaksanaan diuraikan sebagai berikut ini.

1. Persiapan Bahan dan Alat

Persiapan bahan dan alat yang dilakukan adalah pemeriksaan bahan dan persiapan alat-alat yang akan digunakan pada penelitian. Setiap pengujian digunakan alat-alat yang berbeda sesuai dengan jenis pengujiannya. Bahan yang dipersiapkan antara lain yaitu agregat halus dan kasar, air, semen, dan bahan tambah berupa *silicafume* dan *superplasticizer*.

2. Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan dilakukan untuk menguji kualitas bahan material yang akan digunakan dalam penelitian. Pemeriksaan bahan yang dilakukan meliputi berbagai macam pengujian. Pemeriksaan agregat halus yang berasal dari Gunung Merapi adalah sebagai berikut ini.

- a. Pemeriksaan gradasi agregat halus Merapi menurut SNI 03-1968-1990.
 - 1) Pasir dimasukkan kedalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C sampai beratnya tetap, kemudian ambil 3 sampel dengan masing-masing seberat 1000 gram.
 - 2) Siapkan dan susun saringan dari nomor 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan pan.
 - 3) Masukkan pasir kedalam saringan yang telah disusun. Pasir diayak selama 15 menit dengan mesin pengayak.
 - 4) Timbang butiran yang tertahan pada masing - masing saringan. Hasil modulus halus butir dapat dihitung pada Persamaan 3.16.

- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus Merapi menurut SNI 03-1970-2008 adalah sebagai berikut ini.
- 1) Agregat halus pasir Merapi diuji sebanyak 3 sampel masing-masing sebanyak 1000 gram dimasukan kedalam oven dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
 - 2) Agregat halus yang telah dioven kemudian direndam dengan air selama 24 jam.
 - 3) Air yang berlebihan dibuang dengan hati - hati agar butiran pasir tidak ikut terbang, kemudian pasir dikeringkan hingga tercapai keadaan jenuh kering muka (SSD).
 - 4) Pasir yang sudah dalam keadaan SSD dimasukan kedalam tabung Erlenmeyer sekitar ± 500 gram dan ditambahkan air suling 90 % dari Erlenmeyer. Putar dan guncangkan tabung Erlenmeyer untuk menghilangkan gelembung udara dari sela- sela pasir.
 - 5) Air ditambah pada Erlenmeyer hingga batas penuh. Kemudian ditimbang dengan ketelitian timbangan 0,1 gram (Bt).
 - 6) Pasir dikeluarkan dari tabung Erlenmeyer lalu keringkan sampai berat tetap pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$, lalu dinginkan pada suhu ruangan selama ± 2 jam dan timbang beratnya (Bk).
 - 7) Timbang berat piknometer berisi air sampai batas penuh (B).
 - 8) Hitung berat jenis curah (*bulk specific gravity*) sesuai dengan Persamaan 3.11
 - 9) Hitung berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*) sesuai dengan Persamaan 3.12.
 - 10) Hitung berat jenis tampak (*apparent specific gravity*) sesuai dengan Persamaan 3.13.
 - 11) Hitung penyerapan air agregat halus sesuai dengan Persamaan 3.14.
- c. Pemeriksaan kadar air agregat halus pasir Merapi adalah sebagai berikut ini.
- 1) Siapkan 3 sampel pasir Merapi.
 - 2) Timbang berat cawan (W1).

- 3) Timbang berat cawan + pasir sebelum dioven (W2).
 - 4) Hitung berat pasir semula (W3) sesuai dengan Persamaan 3.1.
 - 5) Timbang berat pasir kering + cawan (W4).
 - 6) Timbang berat benda uji kering oven (W5).
 - 7) Hitung kadar air agregat sesuai dengan Persamaan 3.3.
- d. Pemeriksaan berat satuan agregat halus Merapi menurut SK SNI 03-4804-1998 adalah sebagai berikut ini.
- 1) Siapkan sampel pasir Merapi dengan kondisi lapangan.
 - 2) Timbang berat agregat dalam silinder (G).
 - 3) Timbang berat silinder (T).
 - 4) Diketahui volume bejana (V) $15 \times 30 \text{ cm}^3$.
 - 5) Menghitung berat satuan (M) sesuai dengan Persamaan 3.17
- e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus menurut SNI 03-4142-1996.
- 1) Pasir dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampel sebanyak ± 1000 gram (W1). Jangan lupa untuk timbang wadah sebelum digunakan (W2).
 - 2) Benda uji pasir Progo dicuci beberapa kali sampai bersih, ditandai dengan air cucian tampak jernih, setelah itu benda uji dikeluarkan dari gelas ukur pencuci dengan hati-hati sehingga butiran pasir tidak ada yang hilang.
 - 3) Timbang berat cawan (W3) sesuai dengan Persamaan 3.4
 - 4) Pasir dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya (W4).
 - 5) Hitung berat kering benda uji sesudah pencucian (W5) sesuai dengan Persamaan 3.5.
 - 6) Hitung persen bahan lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) (W6) sesuai dengan Persamaan 3.6.

Pemeriksaan pengujian agregat kasar Clereng adalah sebagai berikut ini.

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar batu pecah Clereng.

- 1) Siapkan agregat kasar sebanyak 5000 gram.
- 2) Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu dan kotoran yang melekat pada permukaan agregat kasar.
- 3) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
- 4) Dinginkan benda uji pada suhu kamar setelah itu timbang benda uji dengan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram (Bk).
- 5) Rendam benda uji dalam air selama 24 jam pada suhu ruangan.
- 6) Keluarkan benda uji dari dalam air, kemudian lap dengan kain sampai benda uji dalam kering muka jenuh air (SSD).
- 7) Timbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj).
- 8) Timbang benda uji kering permukaan jenuh didalam air (Ba).
- 9) Hitung berat jenis curah (*bulk specific gravity*) sesuai dengan Persamaan 3.7.
- 10) Hitung berat jenis jenuh kering Muka (*saturated surface dry*) sesuai dengan Persamaan 3.8.
- 11) Hitung berat jenis tampak (*apparent specific gravity*) sesuai dengan Persamaan 3.9.
- 12) Hitung penyerapan air kerikil sesuai dengan Persamaan 3.10.

b. Pemeriksaan kadar lumpur

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

- 1) Siapkan 1000 gram kerikil Clereng kering tungku (W1).
- 2) Kerikil tersebut dimasukan ke dalam nampan pencuci dan ditambahkan air secukupnya sampai semuanya terendam.
- 3) Nampan digoncang-goncangkan lalu dituangkan ke dalam ayakan No. 200.
- 4) Ulangi langkah (3) sampai air cucian tampak jernih / tidak keruh.

- 5) Agregat yang tertahan di ayakan No. 200 dimasukkan ke dalam nampan dan dikeringkan kembali dalam tungku selama ± 24 jam.
 - 6) Setelah agregat kering tungku, lalu agregat di timbang kembali (W2).
 - 7) Timbang berat nampan (W3).
 - 8) Timbang berat kerikil kering tungku setelah dicuci tanpa nampan (W4).
 - 9) Hitung persentase Jadar Butir Lolos Ayakan No.200.
- c. Pemeriksaan kadar air agregat kasar Clereng adalah sebagai berikut ini.
- 1) Siapkan sampel agregat kasar Clereng.
 - 2) Timbang berat cawan kosong (W1).
 - 3) Timbang berat cawan + agregat kasar sebelum dioven (W2).
 - 4) Timbang berat cawan + agregat yang sudah dioven (W3).
 - 5) Hitung berat air (W4).
 - 6) Hitung kadar air yang terkandung pada agregat kasar Clereng (KA).
- d. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar Clereng menurut SK SNI 03-4804-1998 adalah sebagai berikut ini.
- 1) Bahan yang digunakan untuk pengujian berat satuan agregat kasar yaitu agregat kasar yang berasal dari Clereng.
 - 2) Siapkan agregat sebanyak 1000 gram.
 - 3) Timbang berat bejana kosong (G).
 - 4) Timbang berat bejana + agregat kasar (T).
 - 5) Menghitung volume bejana (v).
 - 6) Menghitung berat satuan agregat (M) sesuai dengan Persamaan 3.17.
- e. Pemeriksaan keausan agregat
- Berdasarkan SNI-2417-2008 tentang metode pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles*, prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut ini.
- 1) Cuci dan keringkan agregat kasar Celereng gradasi a pada *temperature* $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.

- 2) Benda uji sebesar 5kg di masukan bersamaan bola baja ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*.
- 3) Putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm, jumlah putaran gradasi a adalah 500 putaran.
- 4) Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no. 12 (1,7 mm) butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih selanjutnya dikeringkan dalam oven sampai beratnya tetap (b).
- 5) Jumlah berat pasir keseluruhan (a).
- 6) Hitung nilai keausan sesuai dengan Persamaan 3.18.

E. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Langkah-langkah dalam perhitungan *mix design* beton normal berdasarkan pada SNI 03-2834-2000, untuk analisis perhitungan *mix design* dapat dilihat pada lampiran.

F. Pembuatan Benda Uji Silinder

Bahan-bahan sesuai dengan *mix design* yang sebelumnya telah dibuat digunakan sebagai pembuatan benda uji. Metode pembuatan beton yaitu sebagai berikut ini.

1. Agregat kasar batu pecah dan agregat halus dicampur ke dalam *Concrete Mixer*.
2. Penambahan semen dilakukan setelah agregat kasar dan halus tercampur rata di dalam *Concrete Mixer*.
3. Dimasukkan air ke dalam *Concrete Mixer* secara bertahap, proses pencampuran disarankan tidak lebih dari 5 menit agar terhindar dari pengerasan beton sebelum dimasukkan ke silinder benda uji.
4. Ditambahkan cairan *superplasticizer* dan *silicafume* yang telah ditakar kedalam *mixer* secara bertahap.
5. Beton segar dari *Concrete Mixer* dikeluarkan dan diletakkan kedalam nampan untuk selanjutnya dilakukan proses pemeriksaan *slump*.
6. Beton segar dimasukkan ke dalam cetakan silinder benda uji dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Proses pengisian cetakan silinder

dengan beton dilakukan masing-masing 1/3 dari cetakan silinder. Campuran beton ditusuk setiap lapisnya sebanyak 25 kali. Untuk variasi benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Variasi bahan tambah dan jumlah benda uji

Kadar Campuran		Lama Perendaman	Jumlah Benda Uji	Total
SikaFume	Sikamen NN			
6%	0,5%	3	3	9
		7	3	
		28	3	
6%	1%	3	3	9
		7	3	
		28	3	
6%	1,5%	3	3	9
		7	3	
		28	3	
0%	0%	3	3	9
		7	3	
		28	3	
36				

G. Pengujian *Slump*

Cara pengujian *Slump* menurut SNI 1972 - 2008 adalah sebagai berikut ini.

1. Kerucut *Abrams* dibasahi, diletakkan di tempat basah, rata dan tidak menyerap air.
2. Kerucut *Abrams* diisi dengan beton segar dalam tiga lapis, masing-masing sepertiga dari volumenya.
3. Setiap lapis ditusuk sebanyak 25 kali.
4. Bagian atas diratakan, dan tunggu sampai 30 detik.
5. Kerucut *Abrams* ditarik tegak lurus vertikal dengan perlahan.

6. Tabung kerucut diletakkan disamping beton segar, kemudian ukur beda tinggi kerucut *Abrams* dengan beton segar untuk didapatkan nilai *slump*.

H. Perawatan Benda Uji

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

1. Cetakan beton silinder dibuka setelah 24 jam, lalu beton dibersihkan.
2. Timbang beton dan diberi kode nama sesuai dengan umur dan ukuran agregat yang dipakai pada benda uji yang ditentukan secara acak.
3. Rendam beton selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
4. Beton diangkat sesuai umur yang telah diberi kode nama.
5. Beton ditimbang untuk mengetahui penyerapan beton sesuai kode umur masing-masing.
6. Beton didiamkan dan diuji tekan.

I. Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air dilakukan dengan cara sebagai berikut ini.

1. Cetakan beton silinder dibuka setelah 24 jam, lalu beton di bersihkan.
2. Beton di beri kode nama sesuai dengan umur dan ukuran agregat yang dipakai pada benda uji yang ditentukan secara acak.
3. Beton ditimbang dengan *Neraca Ohaus*.
4. Rendam beton selama 3 hari, 7 hari, dan 28 hari.
5. Beton diangkat dan ditimbang. Kemudian diamkan beton dalam suhu ruangan sampai siap untuk diuji kuat tekan.

J. Pengujian Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton diketahui dari pengujian kuat tekan beton dan sebagai perbandingan perhitungan nilai kuat tekan rencana dengan di lapangan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan mesin uji tekan dengan merek *Hung Ta* dan diuji pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari, yang secara langsung dapat diketahui nilai kuat tekannya dengan cara dibaca pada skala pembebanan yang didapat pada saat pengujian kuat tekan beton. Beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji dapat diketahui pada saat angka penunjuk tekanan diperoleh nilai tertinggi diikuti dengan retak atau hancur pada benda uji setelah

menerima beban maksimum. Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

K. Analisis dan Hasil

Setelah pelaksanaan penelitian selesai, maka akan didapatkan beberapa data yang nantinya akan digunakan untuk pembahasan dan kesimpulan dari penelitian ini. Adapun data-data yang didapatkan sebagai berikut ini.

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

Berupa data yang didapatkan dari mesin uji kuat tekan