

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian yang dilakukan pada laboratorium ini antara lain pengujian masing-masing agregat, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan dan perbaikan beton.

3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian

a. Bahan Penelitian

Adapun beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut ini.

1. *Portland cement merk* Gresik merupakan semen yang digunakan untuk pembuatan beton. Dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Portland cement* merk Gresik

2. Agregat kasar (Krikil Clereng) berasal dari Kulon Progo digunakan untuk bahan campuran beton. Dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Agregat kasar (Krikil Clereng)

3. Agregat halus (pasir Progo) berasal dari sungai kulon progo, pasir tersebut digunakan untuk bahan campuran beton. Dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Agregat halus (pasir Progo)

4. Sika *grout* (semen sika) yang digunakan untuk bahan *grouting* merupakan produk dari semen sika. Dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Sika *grout*

5. Air merupakan bahan yang digunakan untuk campuran beton. Dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Air yang digunakan untuk bahan campuran beton

b. Peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Mesin molen yang digunakan untuk menggiling campuran adukan sampai homogen. Dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Mesin molen

2. Mesin untuk uji tekan merek *Hung Ta* dengan kapasitas 2000 kN, digunakan untuk pengujian kuat tekan. Dapat di lihat pada Gambar 2.7.



Gambar 3.7 Mesin untuk uji tekan merek *Hung Ta*

3. *Electrick sieve shaker machine* digunakan untuk pengujian gradasi agregat halus. Dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 3.8 *Electrick sieve shaker machine*

- Mesin abrasi *Los Angels* digunakan untuk pengujian keausan agregat kasar (kerikil Clereng). Dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 3.9 Mesin abrasi *Los Angel*

- Ember digunakan untuk membawa bahan-bahan seperti air, krikil, semen dan lain sebagainya. Dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Ember

- Saringan standar ASTM untuk pengujian gradasi agregat halus dengan jenis ukuran 0,15 mm, 0,30 mm, 0,60 mm, 1,18 mm, 2,36 mm, 4,75 mm, 9,52 mm, 12,5 mm, 19,52 mm. Dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Saringan Pasir

7. Cetakan beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm digunakan untuk cetakan beton. Dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Cetakan beton

8. Sendok adukan digunakan untuk mengambil adukan segar. Dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Sendok Adukan

9. Gelas ukur ukuran 1000 ml digunakan untuk mengukur kebutuhan bahan seperti air dan semen. Dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Gelas ukur ukuran 1000 ml

10. Kerucut Abrams/ Kerucut terpancung digunakan dalam pengujian *slump*. Dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15. Kerucut Abrams

11. Tongkat pematik digunakan untuk memadatkan beton segar. Dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Tongkat pematik

12. Mistar pengukur digunakan untuk mengukur ketinggian *slump*. Dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Mistar pengukur

13. Alat injeksi digunakan untuk menginjeksi campuran semen *grout*. Dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Alat injeksi

14. Timbangan digunakan untuk menimbang bahan-bahan yang digunakan untuk campuran beton. Dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Timbangan

15. Jangka sorong, digunakan untuk mengukur panjang lebar dan tinggi bahan uji. Dapat dilihat pada Gambar 3.20.



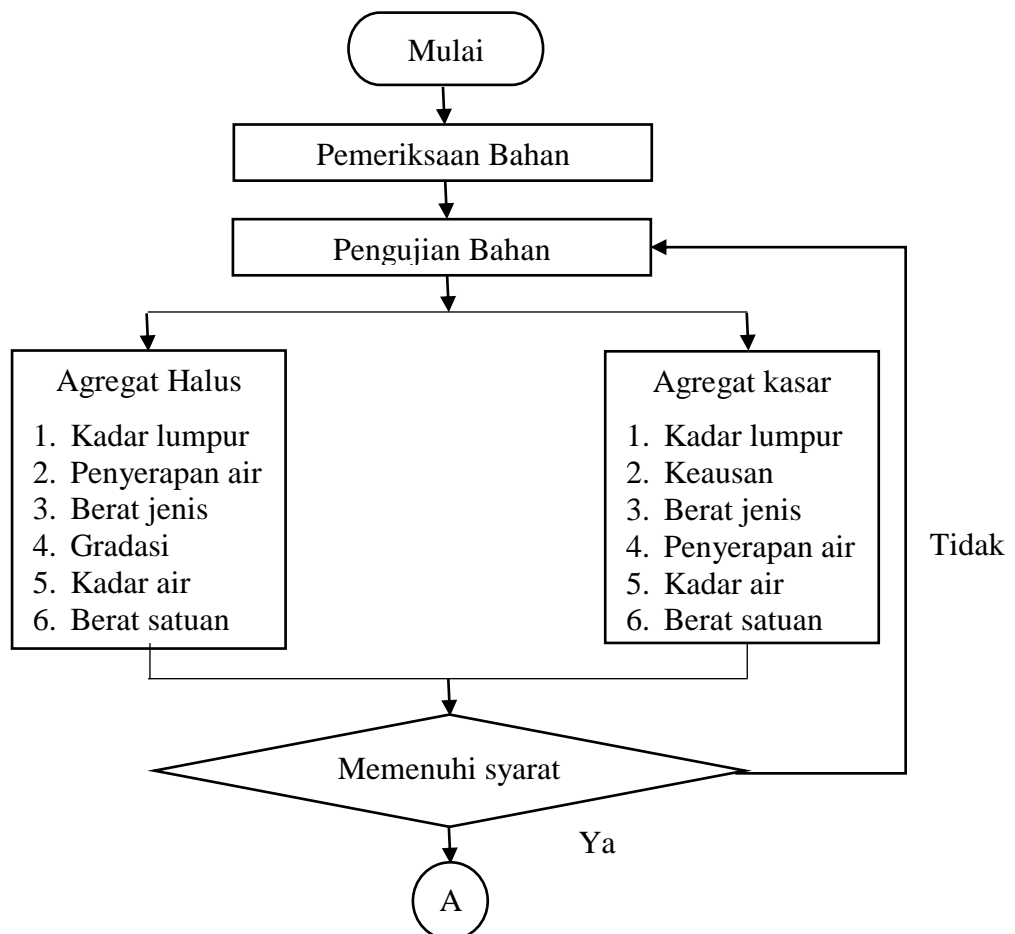
Gambar 3.20 Jangka sorong

3.3. Prosedur Penelitian

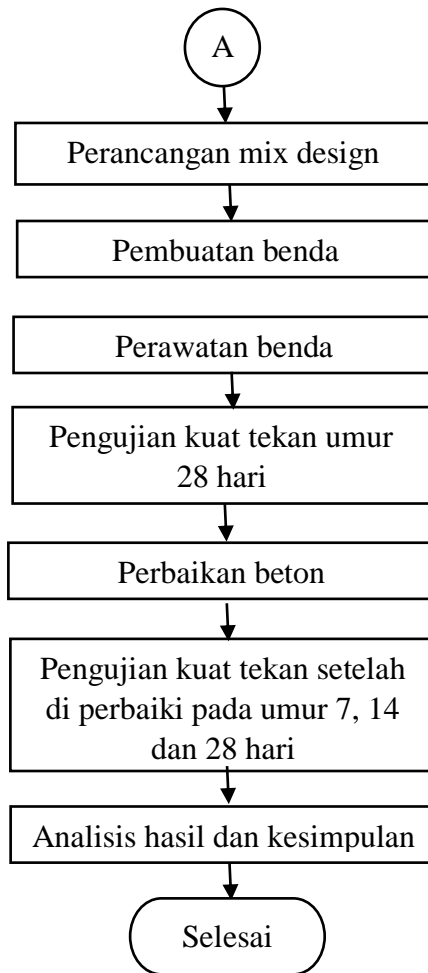
Penelitian merupakan suatu proses pemecahan masalah untuk menjelaskan proses bagaimana penelitian berlangsung, yang bertujuan menghasilkan data yang akurat dan hasil yang memuaskan dengan tahapan-tahapan yang harus dilaksanakan sebagai berikut ini.

- a. Pekerjaan persiapan alat dan bahan.
- b. Pengujian bahan.
- c. Pembuatan benda uji.
- d. Menentukan nilai *slump*.
- e. Pengujian kuat tekan beton.
- f. Perbaiki beton.
- g. Pengujian kuat tekan beton.

Agar sesuai urutan dan mempermudah pekerjaan dibuatlah bagan alir (*flowchart*). dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.21 Bagan alir pengujian kuat tekan beton



Gambar 3.22 Bagan alir pengujian kuat tekan beton (lanjutan)

Penelitian ini dimulai dengan tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan. Setiap material perlu diuji terlebih dahulu. Agregat yang sudah dipilih tidak bisa langsung digunakan dalam pembuatan beton karena masih mengandung kadar lumpur yang tinggi, maka perlu dibersihkan terlebih dahulu setelah itu bisa diuji. Pengujian yang dilakukan dalam penyusunan beton antara lain: persiapan alat dan bahan, pengujian *mix design*, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan benda uji, dan perbaikan beton dengan metode *grouting*.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dari: persiapan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian, setelah itu dilanjutkan dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, pembuatan *mix design*, pembuatan benda uji sampai dengan pengujian kuat tekan. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Persiapan bahan dan alat

Pada awal penelitian yang harus dilakukan adalah persiapan alat dan bahan. Persiapan alat yang akan digunakan berbeda-beda sesuai kebutuhan dan jenis pengujianya. Beberapa bahan yang harus disiapkan adalah: semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan *grouting* yaitu semen *grout*.

2. Pemeriksaan agregat halus

Berikut merupakan pengujian yang dilakukan pada agregat halus/pasir.

a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus berdasarkan SNI-1970-2008 (BSN, 2008).

- 1) Siapkan benda uji berupa agregat halus sebanyak 1000 gram.
- 2) Keringkan benda uji dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap.
- 3) Rendam benda uji selama (24 ± 4) jam. Kemudian buang air rendaman secara perlahan supaya agregat halus tidak terbawa air rendaman dan keringkan benda uji hingga keadaan jenuh kering permukaan.
- 4) Masukkan benda uji dalam keadaan jenuh kering permukaan sebanyak (500 ± 10) gram ke dalam piknometer. Tambahkan air ke dalam piknometer sekitar 90% dari kapasitas piknometer, kemudian putar-putar piknometer untuk menghilangkan gelembung udara dalam air.
- 5) Tambahkan air hingga batas penuh piknometer, kemudian timbang berat air dan benda uji menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram (C).
- 6) Keluarkan benda uji dari dalam piknometer secara perlahan, keringkan benda uji pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap (A).
- 7) Timbang berat piknometer yang berisi air hingga batas penuh piknometer (B).
- 8) Hitung berat jenis agregat halus dalam berbagai kondisi menggunakan Persamaan 2.1 – 2.3.
- 9) Hitung penyerapan air pada agregat halus menggunakan Persamaan 2.4.

b. Pengujian analisis saringan pada agregat halus berdasarkan SNI 03-1968-1990 (DPU, 1990).

- 1) Keringkan benda uji pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap.

- 2) Siapkan benda sebanyak 1000 gram.
 - 3) Susunlah saringan mulai dari ukuran 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,600 mm; 0,300 mm; 0,150 mm dan pan.
 - 4) Masukkan benda uji ke dalam saringan dan guncangkan menggunakan mesin selama 15 menit.
 - 5) Timbang benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan. Hitung modulus halus butir (mhb) dengan menggunakan Persamaan 2.16.
- c. Pengujian kadar air pada agregat halus berdasarkan SNI 03-1971-1990 (DPU, 1990).
- 1) Timbang dan catat berat cawan (W_1).
 - 2) Masukkan agregat halus ke dalam cawan, timbang dan catat berat totalnya (W_2).
 - 3) Hitung berat agregat halus ($W_3 = W_2 - W_1$).
 - 4) Keringkan agregat halus beserta cawan dalam suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga beratnya tetap.
 - 5) Keluarkan agregat halus dan cawan kemudian timbang beratnya (W_4).
 - 6) Hitung berat agregat halus kering oven ($W_5 = W_4 - W_1$).
 - 7) Hitung kadar air pada agregat halus menggunakan Persamaan 2.6.
- d. Pengujian berat isi pada agregat halus berdasarkan SNI 03-4804-1998 (DPU, 1998).
- 1) Siapkan benda uji berupa agregat halus dalam keadaan jenuh kering muka.
 - 2) Timbang dan catat berat bejana kosong (T).
 - 3) Masukkan benda uji ke dalam bejana sebanyak $1/3$ dari volume bejana. Tumbuk benda sebanyak 25 kali menggunakan batang penusuk.
 - 4) Masukkan benda uji sebanyak $2/3$ dari volume bejana dan tumbuk kembali. Masukkan benda uji sampai penuh serta di tumbuk dan ratakan bagian permukaan agregat.
 - 5) Timbang dan catat berat bejana beserta benda uji (G).
 - 6) Hitung volume bejana dengan dimensi $15 \times 30 \text{ cm}^2$ (V).
 - 7) Hitung berat isi/ berat satuan agregat halus menggunakan Persamaan 2.5.

- e. Pengujian kadar lumpur pada agregat halus berdasarkan SNI 03-1750-1990 (DPU, 1990).
 - 1) Siapkan benda uji dan gelas ukur.
 - 2) Masukkan benda uji ke dalam gelas ukur dan catat tingginya.
 - 3) Masukkan air kedalam gelas ukur. Tutup rapat gelas ukur dan goyangkan sampai semuanya tercampur.
 - 4) Diamkan benda uji selama 24 jam.
 - 5) Ukur dan catat tinggi lumpur yang melekat pada agregat halus.
 - 6) Hitung kandungan lumpur pada agregat halus menggunakan Persamaan 2.7
3. Berikut merupakan pengujian yang dilakukan pada agregat kasar/ batu pecah.
 - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan air berdasarkan SNI-1969-2008 (BSN, 2008).
 - 1) Siapkan benda uji. Cuci dan bersihkan kotoran yang melekat pada agregat kasar.
 - 2) Benda uji yang sudah bersih dikeringkan pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap.
 - 3) Keluarkan dan diamkan benda uji pada suhu kamar selama 3 jam. Timbang dan catat berat benda uji dalam kondisi kering oven (A).
 - 4) Rendam benda uji menggunakan air dalam suhu kamar dan diamkan selama 24 jam.
 - 5) Benda uji di ambil dan keringkan menggunakan lap sampai kondisi jenuh kering muka.
 - 6) Timbang dan catat berat benda uji dalam kondisi jenuh kering muka (B).
 - 7) Masukkan benda uji ke dalam wadah kemudian timbang beratnya di dalam air (C).
 - 8) Hitung berat jenis agregat kasar dengan berbagai kondisi menggunakan Persamaan 2.8 - 2.10.
 - 9) Hitung penyerapan air pada agregat kasar menggunakan Persamaan 2.11.

- b. Pengujian kadar air pada agregat kasar berdasarkan SNI 03-1971-1990 (DPU, 1990).
- 1) Nampan di timbang dan catat beratnya (W_1).
 - 2) Benda uji di masukkan ke nampan dan timbang beratnya (W_2).
 - 3) Hitung berat kosong benda uji ($W_3=W_2-W_1$).
 - 4) Benda uji di keringkan pada suhu $(110\pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
 - 5) Benda uji di keluarkan dan timbang berat benda uji dengan nampan (W_4).
 - 6) Hitung berat benda uji dalam kondisi kering oven ($W_5=W_4-W_1$).
 - 7) Hitung kadar air pada agregat kasar menggunakan Persamaan 2.13.
- c. Pengujian berat satuan pada agregat kasar berdasarkan SNI 03-4804-1998 (DPU, 1998).
- 1) Siapkan agregat kasar dalam kondisi jenuh kering muka.
 - 2) Timbang berat kosong cetakan silinder (T).
 - 3) Masukkan benda uji ke dalam cetakan sebanyak sepertiga dari volume total cetakan, kemudian tumbuk menggunakan batang penusuk.
 - 4) Setelah terisi penuh, ratakan bagian atas permukaan. Timbang berat cetakan dan benda uji (G).
 - 5) Hitung volume cetakan silinder dengan dimensi $15 \times 30 \text{ cm}^2$ (V).
 - 6) Hitung berat isi menggunakan Persamaan 2.14.
- d. Pengujian kadar lumpur pada agregat kasar berdasarkan SK SNI 04-1989-F (DPU, 1989).
- 1) Siapkan benda uji sebanyak 500 gram dalam kondisi kering oven (B_1).
 - 2) Benda uji di cuci sampai bersih, bagian yang keruh dimasukkan ke dalam saringan nomor 200. Benda uji yang tertinggal di dalam saringan dimasukkan kembali ke cawan yang berisi agregat kasar.
 - 3) Benda uji yang telah di cuci bersih dimasukkan ke dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^\circ\text{C}$ hingga berat tetap selama 24 jam.
 - 4) Keluarkan benda uji dan diamkan dalam suhu ruangan.
 - 5) Timbang berat benda uji (B_2).
 - 6) Hitung kandungan kadar lumpur pada agregat kasar menggunakan Persamaan 2.15.

e. Pengujian kekelan agregat kasar menggunakan mesin abrasi *Los Angeles* berdasarkan SNI 2417-2008 (BSN, 2008).

- 1) Siapkan benda uji gradasi B kemudian cuci benda uji sampai bersih dan keringkan benda uji pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap. Pisahkan benda uji berdasarkan fraksi yang telah ditentukan berdasarkan ukuran dan beratnya.
- 2) Gabungkan kembali benda uji kemudian timbang beratnya sesuai berat yang telah ditentukan (a).
- 3) Masukkan benda uji ke dalam mesin *Los Angeles*, setelah itu masukkan bola baja sebanyak 11 buah. Putar mesin dengan kecepatan 30 – 33 rpm dengan jumlah putaran sebanyak 500 putaran.
- 4) Setelah mencapai 500 putaran, keluarkan benda uji dari dalam mesin kemudian saring menggunakan saringan nomor 12. Bagian yang tertahan di saringan di cuci sampai bersih dan keringkan pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap.
- 5) Diamkan dalam suhu kamar dan timbang beratnya (b).
- 6) Hitung nilai keausan menggunakan Persamaan 2.12.

4. Semen *grout*

Semen *grout* merupakan bahan yang digunakan untuk perbaikan beton dengan metode *grouting* yaitu dengan cara menyampurkannya dengan air dengan perbandingan tertentu. Semen *grout* juga memiliki karakteristik tidak mudah menyusut, penggunaannya lebih kepada perbaikan beton pada struktur bangunan.

5. Pembuatan *Mix Design*

Penelitian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000 (BSN, 2000) tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Berdasarkan hasil pengujian material agregat yang telah dilakukan sebelumnya digunakan berat jenis agregat kasar, berat jenis agregat halus, dan daerah gradasi butiran sebagai dasar pembuatan campuran beton normal yang memiliki kuat tekan rencana yaitu 30 MPa pada umur 28 hari. Setelah didapatkan berat material untuk satu benda uji dari perencanaan campuran beton, kemudian menentukan berat dari tiap material dalam satu kali pengadukan. Satu kali pengadukan pada penelitian

ini dilakukan untuk lima benda uji sehingga berat satu benda uji dari hasil perencanaan campuran dikali lima.

6. Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan 9 (sembilan) buah benda uji untuk 3 (tiga) jenis variasi dengan total benda uji yang dibuat sebanyak 30 buah benda uji namun benda uji yang di pakai sebanyak 27 buah, benda uji sisanya untuk cadangan jika terjadi kerusakan. Benda uji yang digunakan berupa kubus beton dengan ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm. Pengadukan beton dilakukan menggunakan mesin molen (mesin pengaduk). masukan material agregat kasar dan halus, semen dan air ke dalam mesin pengaduk. Kemudian diputar sampai campuran beton tercampur semua (homogen). Kemudian adukan beton dikeluarkan dan dituang diatas nampan besi kemudian dilakukan uji *slump*. Setelah itu masukan adukan beton segar kedalam cetakan dengan cara mengisi tiap sepertiga volume penuh dari cetakan kemudian ditusuk-tusuk menggunakan tongkat besi sebanyak 25 kali untuk tiap lapisannya. Setelah lapisan terakhir selesai ditusuk-tusuk kemudian permukaannya diratakan menggunakan cetok.

7. Pengujian Kuat Tekan Umur 28 hari

Pengujian kuat tekan yang dilakukan pada saat umur beton sudah mencapai umur yang diinginkan yaitu umur 28 hari. Beton yang akan diuji tekan terlebih dahulu diukur dimensi dan beton. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin untuk uji tekan merek *Hung Ta* dengan kapasitas 2000 kN tetapi tidak sampai hancur, hanya sampai retak dengan tujuan agar beton masih bisa diperbaiki.

8. Perbaikan Beton dengan Metode *Grouting*

Beton yang sudah diuji sampai retak kemudian diperbaiki kembali dengan menggunakan metode *grouting*. Cara perbaikannya yaitu dengan cara menginjeksikan semen *grout* dan air dengan perbandingan tertentu kedalam beton yang sudah retak setelah sudah diinjeksi lalu beton diplester agar tidak terlihat retakan awalnya.

9. Pengujian Kuat Tekan Setelah Perbaikan Beton.

Pengujian kuat tekan setelah perbaikan beton ini dilakukan pada saat umur beton sudah mencapai umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Sebelum diuji beton

diukur dimensi dan beratnya terlebih dahulu. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan mesin untuk uji tekan merek *Hung Ta* dengan kapasitas 2000 kN untuk mengetahui beban terberat yang dapat ditahan oleh kubus beton hingga hancur. Setelah itu lakukan analisis data untuk mengetahui nilai kuat tekan pasca perbaikan pada umur 7,14 dan 28 hari.

10. Analisis Hasil dan Kesimpulan

Setelah semua jenis pengujian dilakukan dengan urutan penelitian yang sesuai, maka akan didapat beberapa data dari hasil pengujian dengan tujuan untuk membuat pembahasan dan kesimpulan pada penelitian kali ini. Adapun beberapa data yang sudah di dapatkan antara lain data pemeriksaan, material peyuusun beton, nilai slump dan nilai uji tekan beton umur 28 hari, dimensi dan berat beton, perbandingan campuran semen grout, dan uji kuat tekan beton untuk umur 7, 14; dan 28 hari.