

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

- Variabel bebas yaitu variasi perbandingan agregat kasar, antara lain :
 - Variasi I ($1/1 : 1/2 : 2/3 = 3 : 1 : 2$)
 - Variasi II ($1/1 : 1/2 : 2/3 = 5 : 1 : 3$)
 - Variasi III ($1/1 : 1/2 : 2/3 = 5 : 1 : 2$)
- Variabel terikat yaitu jenis material yang sama (semen, pasir, kerikil), mutu beton yang direncanakan $f'c$ 22,5 MPa.
- Benda uji berupa silinder dengan diameter 15 cm, tinggi 30 cm, dan jumlah 18 buah tiap variasi (masing-masing 8 untuk uji kuat tekan pada usia beton 14 dan 28 hari, dan 2 untuk uji kuat tarik).

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

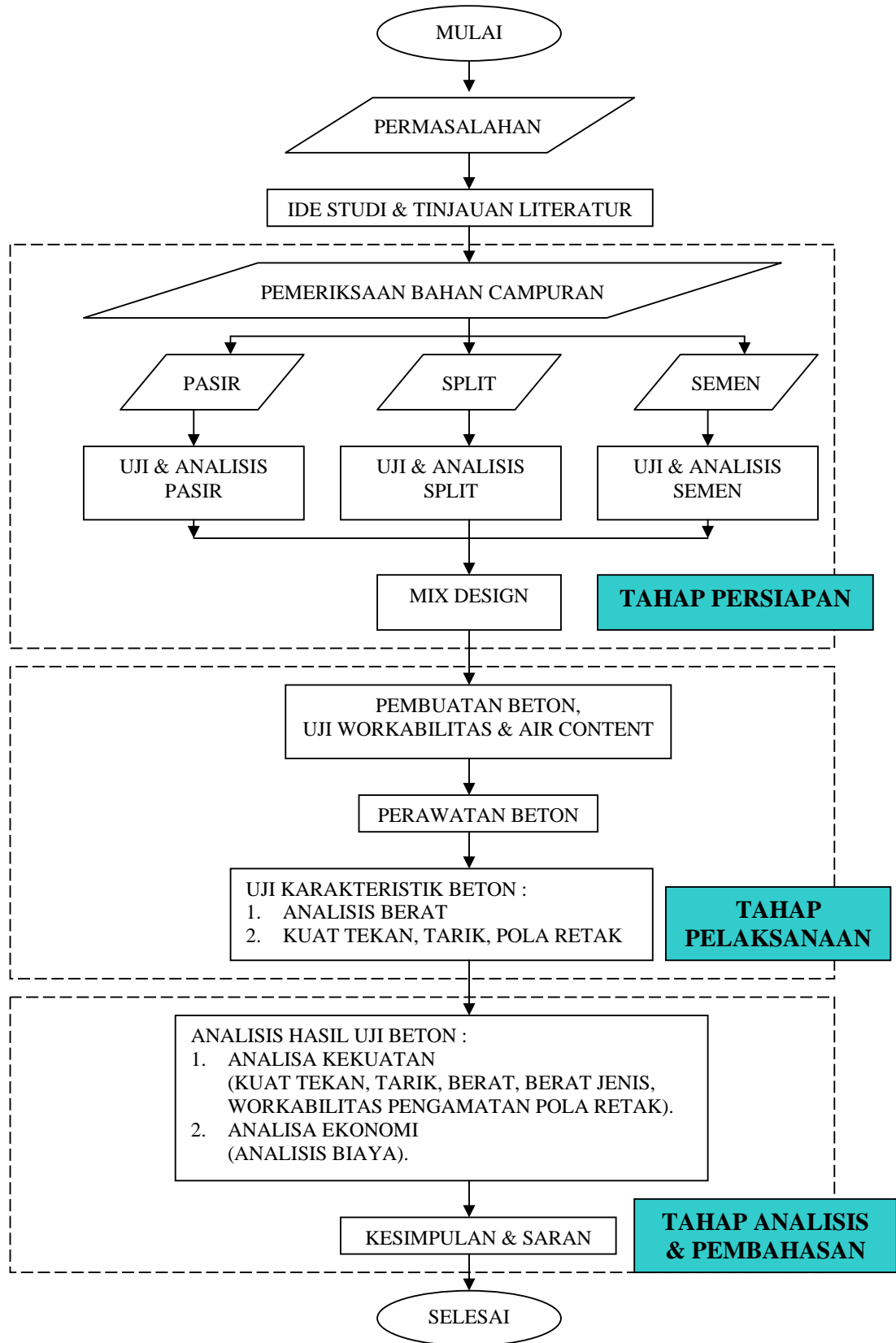
Peralatan yang digunakan dalam penelitian berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

3.2.2 Bahan

Bahan yang menjadi objek penelitian ini adalah agregat kasar dengan ukuran 1/1, 1/2, 2/3 dari *stone crusher* didaerah tugu, Semarang. Bahan lain yang digunakan adalah semen, agregat halus (pasir), dan air.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisa dan pembahasan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram alir tahap penelitian.



Gambar 3.1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini, seluruh bahan dan peralatan yang digunakan dipersiapkan terlebih dahulu agar percobaan dapat berjalan dengan lancar, termasuk penyediaan agregat kasar dengan tiga variasi ukuran, dan studi literatur yang dijadikan acuan dan dasar dalam melakukan percobaan..

Pada tahap persiapan dilakukan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Pemeriksaan agregat halus (Pasir), meliputi :
Uji dan analisis sesuai SK SNI yaitu analisa saringan, kadar air asli, kadar air *Saturated Surface Dry* (SSD), kadar lumpur, berat isi asli dan SSD, berat jenis asli dan SSD.
2. Pemeriksaan agregat kasar, meliputi :
Uji dan analisis sesuai SK SNI yaitu analisa saringan, kadar air asli, kadar air *Saturated Surface Dry* (SSD), kadar lumpur, berat isi asli dan SSD, berat jenis asli dan SSD.
3. Pemeriksaan semen portland, meliputi :
Uji dan analisis sesuai SK SNI yaitu analisis berat jenis semen, konsistensi normal, dan pengikatan awal.
4. *Mix design* dengan metode *DOE* setelah semua data yang diperlukan pada pemeriksaan bahan campuran diperoleh.

3.3.2 Tahap Pelaksanaan

3.3.2.1 Pembuatan benda uji dan pengujian *workabilitas* dan *air content*.

Benda uji berbentuk silinder sebanyak 18 buah setiap variasi. Pembuatan adukan beton dilakukan sesuai SK SNI T – 28 – 1991 – 03 dan harus memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

- a. Menakar seluruh campuran yang dibutuhkan, baik semen, pasir, kerikil dan air sesuai dengan *mix design*.
- b. Menyiapkan alat sesuai kebutuhan.
- c. Untuk cetakan benda uji silinder, perlu diperhatikan kekencangan baut-bautnya dan harus diolesi dengan pelumas terlebih dahulu.
- d. Pembuatan adukan harus memperhatikan waktu, karena suhu panas di siang hari dapat mempengaruhi hasil adukan.
- e. Perawatan (*curing*), Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman. Perawatan beton ini bertujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat

berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai.

Langkah – langkah pembuatan adukan beton :

1. Persiapan

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam tahapan persiapan ini, yaitu membersihkan semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkutan beton, membersihkan cetakan silinder yang akan diisi dengan beton agar bebas dari kotoran-kotoran yang mengganggu, dan mengoleskan minyak pelumas pada permukaan dalam silinder agar cetakan mudah dibuka.



(a)



(b)

Gambar 3.2. (a) Persiapan material (b) Cetakan silinder setelah dibersihkan dan diberi oli
Peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan adukan beton antara lain :

- a. Timbangan
- b. *Stopwatch*
- c. Molen dan mesinnya
- d. Cetok 5 buah
- e. Meteran
- f. Besi penumbuk
- g. Kerucut *Abrams*
- h. 18 buah cetakan silinder beton
- i. 1 buah gerobak pengangkut
- j. Loyang pengaduk 3 buah
- k. Papan triplek berukuran 40 cm x 40 cm
- l. 1 set alat uji *air content*

2. Pembuatan adukan beton

Langkah-langkah pembuatan adukan beton yaitu:

- a. Memasukkan bahan – bahan yang telah ditakar kedalam molen dengan urutan sebagai berikut:
 - Memasukkan semen, pasir, agregat kasar secara bergantian.
 - Memutar molen hingga adukan terlihat homogen.
 - Memasukkan air sedikit demi sedikit ke dalam molen.
- b. Memutar molen selama 10 menit agar campuran merata. Untuk memastikan sudah merata, molen dibolak – balik dengan kemiringan tertentu, namun jangan sampai menumpahkan isi molen. Jika adukan beton terlihat menggumpal dipermukaan molen, sesekali dapat diaduk dengan sekop agar material yang menggumpal bisa ikut tercampur merata.
- c. Menuangkan campuran diatas loyang untuk pengujian nilai *slump*.
- d. Menuangkan sisa campuran ke dalam loyang untuk dicetak.



(a)



(b)

Gambar 3.3. (a) Penuangan material (b) Pencampuran material beton



Gambar 3.4. Penuangan adukan ke dalam loyang

3. Pengujian *Workability*

Pemeriksaan *workability* dalam Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Campuran beton tersebut sesegera mungkin dimasukkan ke dalam kerucut secara bertahap, sebanyak 3 lapisan dengan ketinggian yang sama. Setiap lapis dipadatkan dengan cara ditusuk dengan menjatuhkan secara bebas tongkat baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm. Dilakukan sebanyak 25 kali untuk tiap lapis.
- b. Meratakan adukan pada bidang atas kerucut *Abrams* dan didiamkan selama 30 detik.
- c. Mengangkat kerucut *Abrams* secara perlahan dengan arah vertikal keatas, diusahakan jangan sampai terjadi singgungan terhadap campuran beton.
- d. Pengukuran *slump* dilakukan dengan memposisikan kerucut *Abrams* di sebelah adukan. Kemudian dilakukan pengukuran ketinggian penurunan, yang dihitung terhadap bagian atas kerucut *Abrams*.
- e. Pengukuran nilai *slump* merupakan nilai rata – rata tiga pengukuran yaitu d1, d2, d3 dirumuskan sebagai berikut :

$$d \text{ rata-rata} = (d1 + d2 + d3) / 3$$
 keterangan :
 d rata-rata = nilai *slump* rata-rata
 d1 = pengukuran *slump* titik pertama
 d2 = pengukuran *slump* titik kedua
 d3 = pengukuran *slump* titik ketiga



(a)



(b)

Gambar 3.5. (a) (b) Pengisian campuran beton ke dalam kerucut *Abrams*



Gambar 3.6. (a) (b) Pengukuran *slump*

4. Pengujian *Air Content*

Langkah-langkah pengujian *Air Content* adalah sebagai berikut :

- a. Memasukkan campuran beton ke dalam alat uji *Air Content* dalam 2 tahap pengisian dan dipadatkan dengan ditusuk-tusuk dengan tongkat baja 25 kali.
- b. Permukaan Campuran beton diratakan hingga rata dengan tepi dan tidak tercecer agar alat dapat tertutup sempurna.
- c. Membuka klep untuk memasukkan air. Kemudian air dimasukkan hingga bacaan nol pada tabung sparatus. Klep ditutup kembali.
- d. Pasang pompa pada lubang pengisian udara. Kemudian pompakan udara ke dalam alat uji hingga pada alat pengukur tekanan udara terbaca 1 atm.
- e. Menunggu selama 30 detik, kemudian membaca penurunan pada sparatus.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.7. (a) Pemasukan beton (b) Perataan permukaan (c) Pengisian air



(a)



(b)

Gambar 3.8. (a) Pemompaan udara (b) Pembacaan penurunan air pada sparatus

5. Pembuatan Benda Uji Silinder

Untuk setiap variasi dibuat 18 buah benda uji, sedangkan pembandingnya dibuat 9 buah benda uji. Adapun cara pembuatan benda uji silinder adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan cetakan silinder yang telah diolesi dengan oli.
- Memasukkan campuran beton tadi kedalam cetakan silinder dalam 3 kali pengisian. Masing-masing lapis ditumbuk sebanyak 25 kali dengan alat penumbuk.
- Meratakan bagian samping dengan cetok agar rata dan padat.
- Setelah penuh, meratakan dan memadatkan bagian atas cetakan dengan cetok.



(a)



(b)

Gambar 3.9. (a) Pengisian campuran beton ke cetakan (b) Penumbukan dan perataan dengan cetok



Gambar 3.10. Campuran beton setelah diratakan permukaannya

5. Perawatan beton / *Curing*

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman. Perawatan beton ini bertujuan untuk :

- a. Menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari.
- b. Mutu beton yang diinginkan dapat tercapai.
- c. Menghindarkan beton dari kehilangan air semen yang banyak pada saat-saat *setting time concrete*.
- d. Menghindarkan perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.

Adapun cara perendamannya adalah sebagai berikut :

- a. Setelah 24 jam, cetakan silinder beton dibuka.
- b. Kemudian silinder beton dimasukkan ke dalam bak perendaman.
- c. Perendaman dilakukan sampai umur beton tertentu (14 dan 28 hari)..

3.3.2.2 Pengujian dan pengamatan sampel beton

1. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis beton dilakukan dengan dua cara, yaitu menggunakan pengukuran berat dan volume dan dengan air raksa. Hal ini dilakukan dengan tujuan membandingkan hasil pengukuran dari metode – metode tersebut sehingga dapat diketahui metode yang paling akurat dan efisien.

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Dengan pengukuran berat dan volume
 - a. Menimbang sampel beton.
 - b. Mengukur diameter dan tinggi sampel beton.

- c. Menghitung volume sampel beton.

Adapun perhitungannya dirumuskan sebagai berikut :

$$\gamma = \frac{w}{v}$$

Keterangan :

- γ : berat jenis (gr / cm³)
 w : berat sampel beton (gram)
 v : volume sampel beton (cm³)

Untuk pengujian berat jenis beton dengan menggunakan pengukuran berat ini perlu dilakukan pengecekan terhadap dimensi cetakan silinder beton. Ini dilakukan untuk mengetahui apakah dimensi cetakan silinder mengalami perubahan setelah digunakan dalam waktu yang cukup lama yang mungkin terjadi akibat material-material yang menempel pada dinding cetakan. Jika terjadi perubahan dimensi, diameter tidak tepat 15 cm dan tinggi tidak tepat 30 cm, maka volume juga akan sedikit berubah sehingga perhitungan berat jenis juga akan sedikit berubah.



(a)



(b)

Gambar 3.11. (a) (b) Pengukuran dimensi cetakan silinder

2. Dengan air raksa

- Menimbang berat sampel beton untuk uji berat jenis (w_1).
- Memasukkan sampel beton kedalam air raksa sampai permukaan air raksa terlihat rata.
- Menimbang air raksa yang tumpah akibat sampel beton yang dimasukkan (w_2).
- Menghitung berat jenis benda uji dengan rumus :

$$\gamma = \frac{w_1}{\left(\frac{w_2}{13,6}\right)}$$

Keterangan :

γ : berat jenis (gr / cm³)

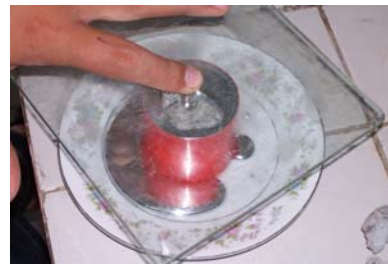
w_1 : berat sampel beton (gram)

w_2 : berat air raksa (gram)

13.6 : berat jenis air raksa



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.12. (a) (b) (c) Pengukuran berat jenis beton dengan air raksa

2. Pengujian Kuat Tekan Beton

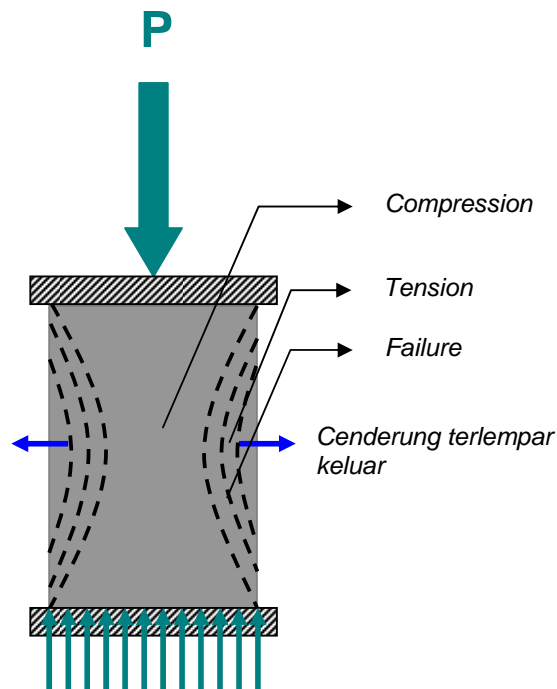
Pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada umur beton 14 dan 28 hari dengan benda uji sebanyak 8 sampel tiap variasi tiap umur beton. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Silinder beton diangkat dari rendaman 1 hari sebelum pengujian, kemudian diangin-anginkan hingga kering permukaannya.
- b. Setelah dikeringkan selama 1 hari, kemudian sampel beton ditimbang dan dicatat beratnya.
- c. Melakukan caping pada bagian permukaan atas dari silinder yang akan diuji kuat tekannya agar permukaannya rata, sehingga hasil kuat tekan lebih akurat.

- d. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton.
- e. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton hingga tercapai kuat tekan maksimumnya (dibaca dari jarum indikator *compression apparatus*).
- f. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.
- g. Menghitung kuat tekan benda uji dengan rumus :

$$\text{Kuat tekan beton } f'_c = \frac{P}{A} \quad (\text{N} / \text{mm}^2 = \text{MPa})$$

Keterangan : P = beban maksimum (N)
 A = luas benda uji (mm²)



Gambar 3.13. Pengujian Kuat Tekan Beton.

Akibat gaya normal tekan tersebut, beton akan mengalami retakan dengan pola yang mendekati sejajar dengan arah gaya.

Namun pada kenyataannya, pola retakan bisa miring membentuk sudut tertentu terhadap garis tegak lurus arah gaya. Hal ini disebabkan karena kecilnya kemampuan geser yang dimiliki.



(a)



(b)

Gambar 3.14. Uji Kuat Tekan Beton (a) variasi 1 umur 14 hari (b) variasi 1 umur 28 hari



(a)



(b)

Gambar 3.15. Uji Kuat Tekan Beton (a) variasi 2 umur 14 hari (b) variasi 2 umur 28 hari



(a)



(b)

Gambar 3.16. Uji Kuat Tekan Beton (a) variasi 3 umur 14 hari (b) variasi 3 umur 28 hari



(a)



(b)

Gambar 3.17. Uji Kuat Tekan Beton (a) pembeding umur 14 hari (b) pembeding umur 28 hari

3. Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton yang dilakukan pada umur beton 28 hari dengan benda uji sebanyak 2 sampel tiap variasi.

Langkah-langkah pengujian kuat tarik beton adalah :

- Silinder beton diangkat dari rendaman 1 hari sebelum pengujian, kemudian diangin-anginkan atau dilap hingga kering permukaan.
- Menimbang dan mencatat berat sampel beton.
- Pengujian kuat tarik dengan menggunakan mesin uji tarik belah beton.
- Menyiapkan alat uji tarik belah beton, kemudian memasang sampel beton dengan setepat mungkin agar didapat hasil yang akurat.
- Menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton hingga sampel beton terbelah.
- Mencatat hasil kuat tarik beton untuk tiap sampelnya.



(a)



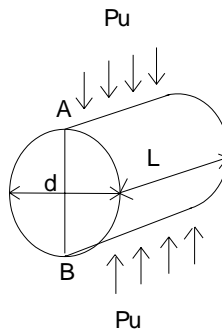
(b)

Gambar 3.18. Uji Kuat Tarik Beton Umur 28 Hari (a) variasi 1 (b) variasi 2



Gambar 3.19. Uji Kuat Tarik Beton Umur 28 Hari (a) variasi 3 (b) pembandingan

Adapun rumusan perhitungan kuat tarik adalah sebagai berikut (Chu-Kia Wang dkk, 1986) :



Gambar 3.20. Perhitungan kuat tarik

$$f_t = \frac{2P_u}{\pi L d}$$

Keterangan :

f_t : kuat tarik (MPa)

L : tinggi benda uji (mm) d : diameter benda uji (mm)

P_u : gaya (N) π : 3,14

4. Pengamatan Pola Retak

Setelah dilakukan uji kuat tekan, pola retak yang terjadi pada benda uji diamati. Dalam variasi yang sama, jika pola retak yang dihasilkan sama berarti campuran betonnya homogen. Pola retak dari benda uji yang telah diuji diamati dan diklasifikasikan bentuk pola retaknya.

3.3.3 Tahap Analisa Hasil Uji Beton.

1. Analisa kekuatan

Data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik, berat, berat jenis, dan workabilitas beton selanjutnya diolah menggunakan analisis statistik dengan program SPSS.14 atau Microsoft Excel.

2. Analisa Ekonomi

Dilakukan perhitungan nilai ekonomis dari tiap variasi sampel agar tiap variasi dapat dibandingkan nilai ekonomisnya dengan sampel beton yang menggunakan batu pecah ukuran 1/2.

3.3.4 Kesimpulan dan Saran.

Tahap selanjutnya setelah analisa hasil uji beton adalah pembahasan dan penarikan kesimpulan serta saran yang dapat diberikan.