

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Variabel bebas dan variabel terikat digunakan dalam penelitian ini. Variabel terikat dalam penelitian antara lain agregat kasar berupa pecahan batu onyx, pasir, semen dan air. Variabel bebasnya sendiri adalah variasi FAS (Faktor Air Semen) pada benda uji (0.4 ; 0.5 ; 0.6). Dalam penelitian ini sampel tiap variasi yang dibuat adalah 20 benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Sampel diuji pada umur beton 28 hari. Pengujian akan dilaksanakan di Laboratorium Struktur, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

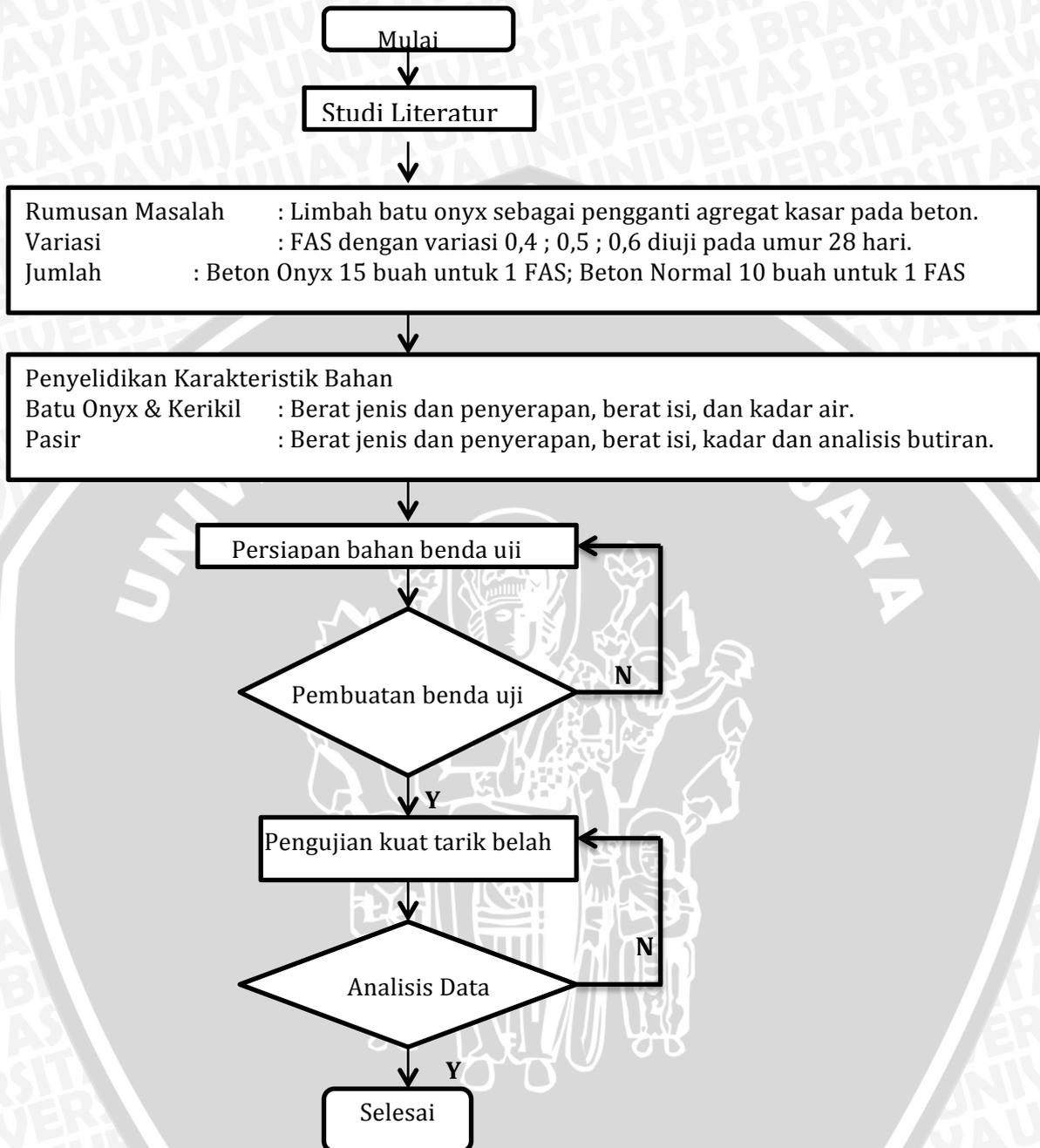
Waktu :

Juli – Oktober, 2015.

Tempat :

Pembuatan benda uji dan pengujian kuat tarik belah beton dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

3.3 Rancangan Prosedur Penelitian



Gambar 3.1. Diagram prosedur penelitian

3.4 Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

Nilai FAS (Faktor Air Semen) yang digunakan adalah 0,4 ; 0,5 ; 0,6 .

b. Variabel Terikat

Kuat tarik belah pada umur 28 hari.

3.5 Identifikasi Benda Uji

Dalam penelitian ini akan dilakukan penggantian agregat kasar menggunakan pecahan limbah batu onyx dengan nilai FAS (Faktor Air Semen) 0,4 ; 0,5 ; 0,6. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Tri Mulyono, 2004).

Ukuran benda uji adalah diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tarik belah. Jumlah benda uji untuk tiap variasi adalah 20 buah.

Tabel 3.1 Rancangan pembuatan benda uji

FAS Benda Uji	100% Limbah	0% Limbah
	Batu Onix	Batu Onix
0.4	15	10
0.5	15	10
0.6	15	10
Jumlah	45	30

Berdasarkan tabel di atas jumlah benda uji dibedakan menjadi :

100% limbah batu *onyx* : 45 buah

0% limbah batu *onyx* : 30 buah

Jumlah : 75 buah

3.6 Analisis Bahan yang Digunakan

1. Semen : Semen Gresik Tipe PPC.
2. Pasir : Pasir Lumajang.
3. Batu Onyx : Batu Onyx yang digunakan yang berasal dari Desa Gamping, Kecamatan Campurdarat, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur, berupa bongkahan kecil yang sudah dipecah menjadi lebih kecil agar bisa menjadi pengganti agregat kasar pada beton.
4. Air : Air PDAM biasanya digunakan dengan PH normal.

3.7 Pengujian Bahan Dasar

1. Pengujian Agregat Kasar (Limbah Batu Onyx dan Kerikil)

Pengujian bongkahan batu onyx dilakukan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang yang meliputi karakteristik batu onyx tersebut. Pengujian meliputi : pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi dan kadar air.

a. Analisis gradasi batu *onyx* dan kerikil

1) Peralatan Percobaan

- a.) Timbangan dan neraca ketelitian 0,2% berat benda uji.
- b.) Satu set saringan: 25,4 mm (1"); 19,10 mm (3/4"); 12,70 mm (1/2"); 9,52 mm (3/8"); 4,75 mm (4").
- c.) Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu dengan kapasitas $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- d.) Talam dan kuas.

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Kerikil ditimbang untuk benda uji 10000 gr dan kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110°C .
- b.) Keluarkan bahan dari oven dan dinginkan.
- c.) Bahan diayak dengan susunan ayakan : 25,4 mm ; 19,10 mm ; 12,70 mm ; 9,52 mm dan 4,75 mm dengan tangan maupun dengan mesin pengguncang saringan.
- d.) Bahan yang tertinggal diatas masing-masing ayakan ditimbang.

b. Analisis kadar air

1) Peralatan Percobaan

- a.) Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
- b.) Oven pengatur suhu dengan kapasitas $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- c.) Talam logam anti karat.

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Timbang dan catat berat talam (W_1).
- b.) Masukkan bahan ke dalam talam dan ditimbang sebagai berat bahan basah kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110°C sampai berat tetap. Berat bahan + talam = W_2 .
- c.) Keluarkan dari oven lalu timbang benda uji (bahan + talam) = W_4 .
- d.) Menghitung berat benda uji kering $W_5 = W_4 - W_1$.
- e.) Menghitung kadar air agregat. $((W_3 - W_5) / W_5) \times 100 \%$.

c. Analisis berat jenis dan penyerapan

1) Peralatan Percobaan

- a.) Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (No.6) atau 2,36 mm (No.8) dengan kapasitas ± 5 kg.

- b.) Tempat pemeriksaan air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan.
- c.) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- d.) Oven pengatur suhu kapasitas $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- e.) Alat pemisah contoh
- f.) Saringan No.4 (4,75 mm).

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Cuci benda uji untuk menghilangkan debu.
- b.) Keringkan benda uji dalam oven $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap. Keluarkan dari oven lalu ditimbang.
- c.) Dinginkan pada suhu kamar selama (1-3) jam, lalu ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk).
- d.) Rendam benda uji pada suhu kamar selama (24 ± 4) jam.
- e.) Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap
- f.) Timbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj).
- g.) Letakkan benda uji di dalam keranjang, goncangkan untuk mengeluarkan udara dan tentukan beratnya di dalam air (Ba), ukur suhu air sesuai suhu standar (25°C)

d. Analisis berat isi

1) Peralatan Percobaan

- a.) Timbangan kapasitas ≥ 1 kg dengan ketelitian 0,1 gr.
- b.) Tongkat tusuk baja panjang ± 600 mm dan diameter ± 16 mm.
- c.) Kotak takar

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Agregat SSD direndam selama 24 jam lalu permukaan disapu dengan lap.
- b.) Timbang kotak takar kosong.
- c.) Timbang kotak takar berisi air penuh.
- d.) Isi kotak takar dengan benda uji dalam 2 lapisan sama tebal, tiap lapisan ditusuk-tusuk. Cara ini disebut Rodding.
- e.) Ratakan muka bahannya dengan tangan atau mistar.
- f.) Timbang kotak takar yang berisi benda uji.

- g.) Kosongkan kotak takar dan isi lagi dengan benda uji yang dimasukkan dengan singkup dan tinggi tidak lebih 2" diatas kotak takar. Cara ini disebut Shoveling.
- h.) Ratakan muka benda ujinya dengan tangan atau mistar.
- i.) Timbang kotak takar yang berisi benda uji.

e. Analisis keausan

1) Peralatan Percobaan

- a.) Mesin Abrasi Los Angeles.
- b.) Saringan dengan ukuran 1,7 mm ; 19 mm dan 9,5 mm.
- c.) Timbangan dengan ketelitian 5 gram.
- d.) Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara 400gram sampai 440 gram.
- e.) Oven pengatur suhu dengan kapasitas $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$.

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Benda uji dan bola di masukkan ke dalam mesin Abrasi Los Angeles. Dengan ketentuan bahan lolos 19 mm sampai tertahan 9,5 mm. Jumlah bola 11 buah dengan 500 putaran.
- b.) Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm.
- c.) Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no 12 (1.7 mm), butiran yang tertahan di atas dicuci bersih. Selanjutnya di keringkan dalam oven sampai berat tetap.
- d.) Timbang benda uji.

2. Pengujian Agregat Halus

a. Analisis gradasi pasir

1) Peralatan Percobaan

- a.) Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% berat benda uji.
- b.) Satu set saringan: no.4 (4,75 mm); no.8 (2,36 mm); no.16 (1,18 mm); no.30 (0,60 mm); no.50 (0,30 mm); no.100 (0,15 mm); no.200 (0,075 mm); PAN.
- c.) Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu dengan kapasitas $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- d.) Alat pemisah contoh.
- e.) Mesin pengguncang saringan.
- f.) Talam-talam dan kuas.

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Bahan pasir ditimbang seberat 1000 gr lalu dimasukkan oven dalam suhu 110°C sampai berat tetap.
- b.) Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
- c.) Bahan kerikil ditimbang seberat 10000 gr, kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 110 °C sampai berat tetap.
- d.) Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

b. Analisis kadar air

1) Peralatan Percobaan

- a.) Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
- b.) Oven pengatur suhu dengan kapasitas $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- c.) Talam logam anti karat.

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Timbang dan catat berat talam (W_1).
- b.) Masukkan bahan ke dalam talam dan ditimbang sebagai berat bahan basah kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110°C sampai berat tetap. Berat bahan + talam = W_2 .
- c.) Keluarkan dari oven lalu timbang benda uji (bahan + talam) = W_4 .
- d.) Menghitung berat benda uji kering $W_5 = W_4 - W_1$.
- e.) Menghitung kadar air agregat. $((W_3 - W_5) / W_5) \times 100 \%$.

c. Analisis berat jenis dan penyerapan

1) Peralatan Percobaan

- a.) Timbangan kapasitas ≥ 1 kg dengan ketelitian 0,1 gr.
- b.) Piknometer kapasitas 500 ml.
- c.) Kerucut terpancung diameter atas (40,3) mm, diameter bawah (90,3) mm dan tinggi (75,3) mm yang dibuat dari logam tebal $> 0,80$ mm.
- d.) Batang penumbuk dengan bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram dan diameter (25,3) mm.
- e.) Saringan No. 4 (4,75 mm).
- f.) Oven pengatur suhu kapasitas $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$.

g.) Desikator

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap.
- b.) Dinginkan pada suhu ruang lalu rendam dalam air selama 24 jam.
- c.) Buang air perendam lalu tebarkan agregat diatas talam dan dikeringkan dengan dibalik-balik sampai permukaan jenuh. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh (SSD).
- d.) Periksa SSD dengan mengisi benda uji ke dalam kerucut terpancung setiap 1/3 bagian dan padatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kali lalu angkat kerucut.
- e.) Keadaan SSD tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- f.) Setelah kondisi SSD tercapai, masukkan 500 gr benda uji ke dalam piknometer, masukkan air suling sampai 90% isi piknometer. Putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
- g.) Rendam piknometer dalam air, dan ukur suhu air untuk penyesuaian hitungan pada suhu standar 25°C .
- h.) Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
- i.) Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai dengan ketelitian 1 gr (Bt).
- j.) Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai berat tetap, lalu dinginkan benda uji dalam desikator. Setelah dingin, lalu ditimbang (Bk).
- k.) Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

d. berat isi

1) Peralatan Percobaan

- a.) Timbangan kapasitas ≥ 1 kg dengan ketelitian 0,1 gr.
- b.) Tongkat tusuk baja panjang ± 600 mm dan diameter ± 16 mm.
- c.) Kotak takar.

2) Pelaksanaan Percobaan

- a.) Agregat SSD direndam selama 24 jam lalu permukaan disapu dengan lap.
- b.) Timbang kotak takar kosong.
- c.) Timbang kotak takar berisi air penuh.
- d.) Isi kotak takar dengan benda uji dalam 2 lapisan sama tebal, tiap lapisan ditusuk-tusuk. Cara ini disebut Rodding.

- e.) Ratakan muka bahannya dengan tangan atau mistar.
- f.) Timbang kotak takar yang berisi benda uji.
- g.) Kosongkan kotak takar dan isi lagi dengan benda uji yang dimasukkan dengan singkup dan tinggi tidak lebih 2" diatas kotak takar. Cara ini disebut Shoveling.
- h.) Ratakan muka benda ujinya dengan tangan atau mistar.
- i.) Timbang kotak takar yang berisi benda uji.

3.8 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji pada penelitian ini yaitu mencampur semua bahan yang telah melalui proses analisis sebelumnya dan dinyatakan layak digunakan sebagai bahan pembuat beton. Pada penelitian ini limbah batu *onyx* digunakan 100% sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton. Sebagai pembanding benda uji dengan agregat kasar 0% limbah batu *onyx* juga dibuat. Pembuatan benda uji ini dilakukan di Laboratorium struktur dan bahan konstruksi.

3.8.1 Tujuan

Pembuatan benda uji untuk penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah batu *onyx* sebagai pengganti agregat kasar pada kuat tarik belah beton dengan nilai FAS optimum yang dibutuhkan lalu dibandingkan dengan beton normal dengan campuran agregat pada umumnya

3.8.2 Alat-alat yang digunakan

1. Ayakan (*Siever*)
Alat ini digunakan untuk analisis saringan agregat halus. Susunan ayakan berurutan dari bawah ke atas dengan diameter lubang 0,15 mm, 0,3 mm, 0,6 mm, 1,18 mm, 2,36 mm, 4,75 mm, 9,5 mm.
2. Pengaduk beton (*concrete mixer*)
Pengaduk beton dipakai untuk mengaduk bahan-bahan penyusun beton agar dapat membentuk campuran yang benar-benar homogen.
3. Cetakan silinder
Alat ini dipakai untuk mencetak beton yang akan dipergunakan sebagai benda uji. Cetakan silinder terbuat dari besi dengan diameter dalam 15 cm dan tingginya 30 cm.
4. *Slump test apparatus*
Alat ini dipakai untuk mengukur nilai slump dari adukan beton. Alat ini berbentuk

kerucut dengan tinggi 30 cm, diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, serta dilengkapi alat tumbuk berupa tongkat besi berdiameter 16 mm, dengan panjang 60 cm.

5. Ember penakar
6. Timbangan
7. *Stopwatch*
8. *Vibrator*
9. Cetok 4 buah , sekop 1 buah
10. Penggaris atau meteran
11. Besi penumbuk
12. Gerobak pengangkut
13. Loyang pengaduk / bak pencampur.

3.8.3 Tahapan pelaksanaan

Pelaksanaan pencampuran adukan beton adalah sebagai berikut :

1. Menakar seluruh campuran sesuai dengan mix design yang dibuat, baik semen, pasir, kerikil dan air
2. Memasukkan bahan – bahan kedalam molen dengan urutan sebagai berikut:
 - a. Memasukkan agregat kasar dan pasir terlebih dahulu
 - b. Memasukkan air sedikit demi sedikit, kurang lebih 60 % dari seluruh air yang akan dituangkan. Putar dengan tenaga mesin .
 - c. Setelah nampak mengental seperti bubur, seluruh batu pecah dimasukkan dengan ditambah air sedikit demi sedikit hingga habis.
3. Memutar molen selama kurang lebih 10 menit agar campuran merata. Untuk memastikan sudah merata, molen dibolak – balik kekanan – kekiri dengan kemiringan tertentu, namun jangan sampai menumpahkan isi molen.
4. Menuangkan campuran diatas Loyang.
5. Menuangkan campuran ke dalam cetakan yang telah dibersihkan dan disiapkan.

3.9 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara benda uji ditutup dengan kain basah. Perawatan beton 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. Selain itu kelembaban permukaan beton juga dapat

menambah ketahanan beton terhadap pengaruh cuaca dan lebih kedap air.

Adapun cara perendamannya adalah sebagai berikut:

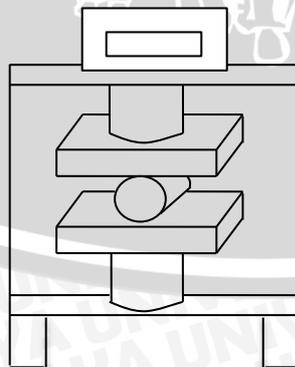
1. Setelah 24 jam maka cetakan beton silinder dibuka, lalu dilakukan perendaman terhadap sampel beton tersebut.
2. Perendaman dilakukan sampai umur beton 28 hari.
3. Sebelum beton direndam terlebih dahulu diberi nama pada permukaannya.

3.10 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah silinder beton ini menggunakan mesin desak (Compression Testing Machine) yang telah disediakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang.

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Langkah langkah pengujiannya (Menurut SNI 03-2491-2002) adalah :

1. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton, kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
3. Pengujian kuat tarik belah beton ini menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM).
4. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton.
5. Mencatat hasil kuat tarik beton untuk tiap sampelnya.



Gambar 3.2. Alat Uji Kuat Tarik Belah

3.11 Metode Analisis

1. Uji Anova

Anova satu arah (*one way anova*) digunakan apabila yang akan dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Interaksi suatu kebersamaan antar faktor dalam mempengaruhi variabel bebas, dengan sendirinya pengaruh faktor-faktor secara mandiri telah dihilangkan. Jika terdapat interaksi berarti efek faktor satu terhadap variabel terikat memiliki garis yang tidak sejajar dengan efek faktor lain terhadap variabel terikat sejajar (saling berpotongan), maka antara faktor tidak mempunyai interaksi. (Walpole,1995)

Prosedur Uji Hipotesis Anova Satu Arah :

1. Menentukan Hipotesis (H_0 dan H_1)

- $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$

Yaitu artinya, semua rata-rata (*mean*) populasi adalah sama

Tidak ada efek faktor terhadap variabel respon

- $H_1 : \text{Tidak semua } \mu_i \text{ sama, } i=1,2,\dots,k$

Yaitu artinya, minimal satu rata-rata populasi berbeda (yang lainnya sama)

Ada efek atau pengaruh faktor terhadap variabel respon

Tidak berarti bahwa semua populasi berbeda

2. Menentukan tingkat signifikansi

3. Tentukan derajat kebebasan

4. Analisis dan Menentukan Fhitung dan Ftabel

5. Menentukan daerah Kritis

6. Menentukan kriteria pengujian

H_0 diterima jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$

H_a diterima jika $F_{hitung} > F_{tabel}$

Untuk menentukan H_0 atau H_a diterima maka ketentuan yang harus diikuti adalah :

- a. Bila F_{hitung} sama atau lebih kecil dari F_{tabel} maka H_0 diterima dan H_a di tolak.
- b. Bila F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

7. Keputusan

8. Pasca Anova (jika ada).

9. Kesimpulan

2. Uji Independent Sample T-Test

Uji independen sample t-test merupakan bagian dari statistic inferensial parametric (uji beda). Uji sampel independen adalah metode yang digunakan untuk menguji kesamaan rata-rata dari 2 populasi yang bersifat independen, dimana peneliti tidak memiliki informasi mengenai ragam populasi. Independen maksudnya adalah bahwa populasi yang satu tidak dipengaruhi atau tidak berhubungan dengan populasi yang lain. Pengujian hipotesis dengan distribusi t adalah pengujian hipotesis yang menggunakan distribusi t sebagai uji statistik. Tabel pengujian disebut tabel t-student.

Dalam *statistic parametric* terdapat syarat-syarat yang harus dipenuhi sebelum dilakukan pengujian, antara lain :

- Data yang diuji adalah data kuantitatif.
- Data harus diuji normalitas dan hasilnya harus berdistribusi normal.
- Data harus sejenis atau homogen.
- Uji ini dilakukan dengan jumlah data yang sedikit (kurang dari 30).

Fungsi Pengujian Uji t

- Untuk memperkirakan interval rata-rata.
- Untuk menguji suatu pernyataan apakah sudah layak untuk dipercaya.
- Untuk menguji hipotesis tentang rata-rata suatu sampel.
- Menunjukkan batas penerimaan suatu hipotesis.

Adapun analisis yang diperlukan sebelum dimulainya uji ini antara lain :

1. Menentukan nilai rata-rata.
2. Menentukan standar deviasi.
3. Rumus umum Uji T Sampel Bebas.

Prosedur Uji Independent Sample T-Test :

1. Nyatakan hipotesis nol dan hipotesis alternative.
2. Tentukan taraf signifikansi, α .
3. Tentukan nilai kritis, untuk uji dua arah, nilai kritisnya adalah $\pm t_{\alpha/2}$
4. Hitung nilai statistik uji dari sampel

$$T = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - D_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

5. Jika nilai dari uji statistik jatuh pada daerah penolakan, maka tolak H_0 ; selainnya, tidak menolak H_0 .
6. Nyatakan kesimpulan. (Usman,2009)

