

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, dimana percobaan dilakukan untuk mendapatkan kumpulan data, yang kemudian akan dianalisa secara statistik kuantitatif dan kualitatif. Metode statistik kuantitatif akan digunakan dalam mengolah data mentah yang dihasilkan dari pengujian, sedangkan metode statistik kualitatif akan digunakan dalam menganalisa hasil visual dari pengujian yang dilakukan.

##### **3.1.1. Standar Pengujian**

Standar pengujian adalah acuan yang digunakan dalam melakukan penelitian. Standar ini penting, agar hasil penelitian yang dilakukan dapat diakui dan diterima dalam masyarakat. Dalam penelitian ini, standar yang digunakan adalah standar dalam pengujian material bahan pembentuk beton, khususnya agregat kasar dan agregat halus, serta pengujian terhadap beton muda dan beton yang sudah mengeras.

Pengujian material dasar pembentuk beton dilakukan untuk memperoleh nilai – nilai *properties* dari material dasar tersebut, sehingga dapat digunakan dalam analisa rancang campur serta analisa hasil penelitian. Untuk semen sendiri tidak dilakukan pengujian, karena semen yang digunakan merupakan produk manufaktur yang sudah terstandarisasi dari pabriknya.

Standar yang digunakan diambil dari standard ASTM (*American Society For Testing And Materials*). Metode standar yang digunakan antara lain :

a. Standar Spesifikasi

- ASTM C 31

Standar Praktis untuk pembuatan dan *curing* benda uji di laboratorium.

- ASTM C 33 – 03  
Spesifikasi Standar untuk Agregat Beton
  - ASTM C 125 – 03  
Terminologi Standar berhubungan dengan Beton dan Agregat Beton
- b. Metode Standar untuk Tes Agregat.
- ASTM C 29  
Metode Uji Standar untuk Berat Isi dan *Voids* dalam agregat
  - ASTM C 127 – 04  
Metode Uji Standar untuk Kepadatan, *Specific Gravity* dan Absorpsi agregat kasar
  - ASTM C 128 – 04a  
Metode Uji Standar untuk Kepadatan, *Specific Gravity* dan Absorpsi agregat halus
  - ASTM C 136 – 05  
Metode Uji Standar untuk *Sieve Analysis* agregat halus dan kasar
  - ASTM C 40  
Metode Uji Standard untuk Kandungan Organik dalam Agregat Halus
  - ASTM C 117  
Metode Uji Standard untuk pemeriksaan bahan lewat saringan no. 200
- c. Metode Standar untuk Pengujian Beton.
- ASTM C 143  
Metode Uji Standar untuk *Slump* Beton dengan Semen Hidrolis
  - ASTM C 496  
Metode Uji Standar untuk Kekuatan Tarik Belah Beton Silinder
  - ASTM C 78 – 02  
Metode Uji Standar untuk Kuat Lentur Beton
  - ASTM C 469 – 02  
Metode Uji Standar untuk Modulus Elastisitas Statik dan Rasio *Poisson* dari Beton yang mengalami tekan

### 3.1.2. Material Dasar Pembentuk Beton

Material dasar pembentuk beton yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar
  - Tipe : Batu Pecah (*split*)
  - Sumber : *Batching Plant*
  - Ukuran Agregat Maksimum : 20 mm
2. Agregat Halus
  - Tipe : Pasir alam ( Pasir Hitam)
  - Sumber : *Batching Plant*
  - Ukuran : 0,074 mm – 4,75 mm
3. Air
  - Jenis : Air PAM
  - Sumber : Laboratorium Struktur dan Material Sipil FTUI
4. Semen

Penyediaan semen dilakukan pada saat penelitian berjalan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kerusakan pada semen akibat kontak dengan udara dan kelembaban ruangan.

  - Merk : Semen Tiga Roda
  - Tipe : PCC ( *Portland Composite Cement* )
  - Sumber : Produk Manufaktur
  - Berat jenis : 3150 kg/m<sup>3</sup>
5. Serat Tambahan
  - Jenis : Serat *Polypropylenee*
  - Bentuk : Cacahan
  - Sumber : Limbah Gelas Plastik yang dicacah
  - Ukuran : 3 – 25 mm

### 3.1.3. Analisis Rancang Campur

Dalam penelitian ini, analisis rancang campur yang digunakan adalah Metode US. Bureau of Reclamation, dimana sebelumnya direncanakan dengan menggunakan Metode ACI (*American Concrete Institute*).

### 3.1.4. Laboratorium Uji

Semua persiapan, proses pencampuran sampai pengujian baik sampel material dasar, beton muda dan beton yang sudah mengeras dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia; kecuali pencacahan limbah gelas plastik *polypropylene* dilakukan di luar laboratorium tersebut.

## 3.2. PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur penelitian terdiri dari penyediaan material tambahan sampai pengujian terhadap material dasar dan benda uji yang sudah dibuat.

### 3.2.1. Persiapan Cacahan Gelas Plastik *Polypropylene*

#### 1. Pembuatan Cacahan Gelas Plastik *Polypropylene*

Serat *polypropylene* didapat dari mencacah sampah gelas plastik yang ada. Prosedurnya sebagai berikut:

- a. Siapkan limbah gelas plastik *polypropylene*. Sampah ini dapat dibeli di lapak – lapak ataupun melakukan pengumpulan (*individual collecting*),
- b. Kemudian bersihkan sampah PP dan buang bagian – bagian yang tidak diperlukan, seperti plastik penutup dan bagian tutup gelas yang cenderung keras,
- c. Bersihkan dengan menggunakan deterjen atau lebih baik menggunakan soda api selama 1 hari,
- d. Setelah itu sampah PP yang sudah siap, dicacah dengan menggunakan alat pencacah, sampai menjadi serat PP berukuran 3 – 25 mm,
- e. Cacahan PP kemudian dibersihkan kembali sebelum siap digunakan.

### 1. Uji Berat Jenis Plastik *Polypropylene*

Pengujian untuk mencari nilai berat jenis plastik *polypropylene* dilakukan mengacu pada Hukum Archimedes, dimana berat air yang dimasukkan sama dengan berat air yang tumpah. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- a. Lelehkan plastik *polypropylene* sehingga didapat plastik dalam bentuk cairan,
- b. Tuang lelehan plastik ke cetakan yang sudah disediakan sebelumnya,
- c. Diamkan sampai lelehan kembali mengeras, lalu keluarkan lelehan yang sudah mengeras.
- d. Siapkan air dalam wadah, lalu timbang berat wadah berisi air,
- e. Kemudian masukan padatan plastik ke dalam wadah berisi air, sampai padatan terendam semuanya.
- f. Lalu timbang wadah berisi air dan padatan
- g. Berat jenis padatan didapat dengan mengkonversi berat jenis air yang ada.

### 3.2.2. Pengujian terhadap Material Dasar

#### 1. Uji Berat Isi Agregat ( ASTM C 29 )

- Uji ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat pada kondisi langsung dan dipadatkan, dan mengkalkulasi rongga udara antara artikel dalam agregat kasar dan halus. Tes ini dapat diaplikasikan untuk ukuran agregat tidak lebih dari 125 mm.
- Alat dan Bahan
  - Agregat Halus dan Kasar, jumlahnya disesuaikan dengan volume wadah yang akan digunakan.
  - Wadah Berat Isi, berbeda untuk pengujian agregat halus dan agregat kasar.
  - Timbangan
  - Tongkat pemadat
  - Mistar Perata

- Prosedur pengujiannya:
  - a. Untuk Agregat Kasar, sesuai standar hanya dilakukan dengan metode penusukan sesuai dengan ukuran agregat maksimum yang digunakan.
    - i. Agregat Kasar di keringkan dalam oven selama 1 hari,
    - ii. Siapkan wadah yang sudah ditimbang berat kosongnya dan berat wadah berisi air,
    - iii. Kemudian agregat dimasukkan ke dalam wadah yang sudah disiapkan (Agregat harus dimasukan bertahap dalam 3 lapisan),
    - iv. Pada setiap lapisan, wadah dipadatkan dengan menggunakan tongkat pemadat, masing-masing sebanyak 25 kali,
    - v. Lakukan sampai wadah penuh, kemudian diratakan,
    - vi. Kemudian timbang berat wadah yang berisi agregat.
  - b. Untuk Agregat Halus
    - i. Agregat Halus di keringkan dalam oven selama 1 hari,
    - ii. Siapkan wadah yang sudah ditimbang berat kosongnya dan berat wadah berisi air,
    - iii. Kemudian agregat dimasukkan ke dalam wadah yang sudah disiapkan (Agregat harus dimasukan bertahap dalam 3 lapisan),
    - iv. Dilakukan 2 metode pengujian, yaitu:
      - 1. Metode langsung (*Shoveling*)
        - a. Agregat halus langsung dimasukkan tanpa perlakuan khusus.
      - 2. Metode Pemadatan (*Rodding*)
        - a. Pada setiap lapisan, dilakukan pemadatan menggunakan tongkat baja masing-masing sebanyak 25 kali pada tiap lapisan
    - v. Lakukan sampai wadah penuh, kemudian diratakan,
    - vi. Kemudian timbang berat wadah yang berisi agregat

2. Uji *Specific Gravity* dan absorpsi Agregat Kasar ( ASTM C 127-04)
- Uji ini bertujuan untuk menghitung kepadatan, berat jenis dan absorpsi dari agregat kasar
  - Alat dan Bahan
    - Agregat Kasar dalam kondisi SSD, sebanyak 5kg
    - Oven
    - Timbangan
  - Prosedur pengujian
    - a. Agregat Kasar dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan Lumpur yang ada. Pencucian dilakukan sampai air cucian cenderung jernih, kemudian agregat direndam dalam air selama 1 hari,
    - b. Kemudian agregat dikeringkan sampai kering permukaan atau kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*) sebanyak 5 kg,
    - c. Kemudian agregat ditimbang dalam air untuk mengetahui berat jenuhnya dalam air,
    - d. Setelah itu agregat dikeringkan dalam oven selama 1 hari, lalu agregat yang sudah kering oven ditimbang untuk mengetahui berat keringnya.
    - e. Lakukan pengujian sebanyak 2 kali agar data lebih akurat.
3. Uji *Specific Gravity* dan absorpsi Agregat Halus ( ASTM C 128-04a)
- Uji ini bertujuan untuk menghitung kepadatan, berat jenis dan absorpsi dari agregat halus
  - Alat dan Bahan
    - 500 gram Agregat Halus
    - Neraca Timbangan
    - Piknometer kapasitas 500 gram
    - Cetakan Kerucut Pasir
    - Tongkat Pematik dari logam untuk cetakan kerucut pasir

- Prosedur pengujian
  - a. Agregat Halus dicuci agar lumpurnya hilang, kemudian dijemur agar mencapai kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*). Kondisi ini tercapai bila agregat sudah dapat tercurah (*free flowing condition*),
  - b. Kemudian siapkan piknometer yang sudah ditimbang berat kosong dan berat piknometer berisi air,
  - c. Setelah itu agregat halus dimasukkan sebanyak 500 gram ke dalam piknometer, kemudian diisi air sampai batas yang ditentukan,
  - d. Lalu, piknometer digoyang-goyangkan sampai seluruh gelembung udara yang ada di dalam campuran hilang,
  - e. Kemudian timbang berat piknometer berisi pasir dan air,
  - f. Tutup piknometer, kemudian diamkan selama 1 hari,
  - g. Kemudian timbang berat piknometer berisi pasir dan air,
  - h. Kemudian agregat dikeringkan di dalam oven selama 1 hari, lalu ditimbang berat keringnya.
  - i. Lakukan pengujian sebanyak 2 kali agar data lebih akurat.
- 4. Uji Analisis Saringan/*sieve analysis* Agregat Halus (ASTM C 136-05)
  - Uji ini bertujuan untuk melihat gradasi butiran pasir serta mengetahui modulus kehalusan dari pasir.
  - Alat dan Bahan
    - 500 gram Agregat Halus, Kering Oven
    - Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji.
    - Satu set saringan mulai dari No 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 dan pan
    - Oven
    - Mesin Penggetar Saringan
    - Talam – talam
  - Prosedur pengujian
    - a. Agregat Halus dikeringkan dalam oven selama 1 hari,



- b. Kemudian siapkan perangkat analisis saringan, berupa mesin penggetar dan saringan yang sudah diurutkan,
  - c. Setelah itu masukkan agregat halus sebanyak 500 gram ke dalam saringan, kemudian tutup susunan saringan,
  - d. Setelah itu, susunan saringan dimasukkan ke dalam alat penggetar dan digetarkan selama 15 menit,
  - e. Kemudian timbang berat agregat halus yang tertahan di setiap saringan
  - f. Lakukan pengujian sebanyak 2 kali agar data yang didapat lebih akurat
5. Uji Kandungan Organik / *organic impurities* pada agregat halus (ASTM C 40)
- Uji ini bertujuan untuk menentukan adanya bahan organik dalam pasir alam yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton.
  - Alat dan Bahan
    - 500 gram Agregat Halus
    - Botol gelas tidak berwarna yang tidak larut dalam larutan NaOH
    - Larutan NaOH
    - Standar warna (*Organic Plate*)
  - Prosedur pengujian
    - a. Siapkan 500 gram larutan NaOH dengan mencampur 15 gram padatan NaOH ke dalam 485 gram air. Aduk sampai larutan tercampur rata,
    - b. Masukkan 500 gram ke dalam botol gelas, lalu campur dengan larutan NaOH yang sudah dibuat, aduk kembali larutan, lalu tutup botolnya,
    - c. Diamkan larutan selama 1 hari,
    - d. Bandingkan warna cairan dengan standar warna yang ada.
6. Uji Saringan No.200 untuk agregat halus dengan pencucian (ASTM C 117 )
- Uji ini bertujuan untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat lewat saringan no. 200 dengan cara pencucian
  - Alat dan Bahan
    - 500 gram Agregat Halus, kering oven
    - Saringan no. 16 dan no. 200

- Wadah pencucian benda uji
- Timbangan
- Talam
- Prosedur pengujian
  - a. Masukkan benda uji ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam,
  - b. Guncang – guncangkan wadah dan tuangkan air cucian ke dalam susunan saringan no. 16 dan no.200. Pada waktu menuangkan air cucian, usahakan agar bahan – bahan yang kasar tidak ikut tertuang
  - c. Masukkan air pencuci baru, lalu ulang prosedur (b), sampai air cucian menjadi jernih,
  - d. Semua bahan yang tertahan saringan no.16 dan no. 200 dimasukkan ke dalam talam, lalu dikeringkan dalam oven sampai berat tetap,
  - e. Seteah kering, timbang dan catatlah beratnya,
  - f. Hitung berat bahan kering tersebut.

### **3.2.3. Pembuatan Benda Uji**

Setelah pengujian material dan perhitungan campuran dilakukan, maka benda uji dapat dibuat, namun ada perubahan ukuran dari rencana, yaitu untuk tes lentur balok yang digunakan berukuran  $10 \times 10 \times 55 \text{ cm}^3$ , yang sebelumnya direncanakan menggunakan balok berukuran  $10 \times 10 \times 35 \text{ cm}^3$ . Berikut adalah langkah – langkah yang digunakan dalam pembuatan benda uji.

#### *3.2.3.1. Persiapan Material*

1. Menyiapkan cetakan berupa silinder berukuran  $\phi 15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$  dan balok dengan ukuran  $10 \times 10 \times 55 \text{ cm}^3$ , kemudian cetakan diberi minyak agar beton tidak menempel pada cetakan,
2. Lalu siapkan material-material dasar yang akan digunakan dalam campuran dengan berat yang sudah disiapkan sesuai perhitungan

campuran. Yang harus diingat adalah agregat yang digunakan harus dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*), dan

3. Kemudian siapkan mesin pencampur yang akan digunakan

#### 3.2.3.2. *Pencampuran Material*

1. Masukkan agregat halus dan serat *polypropylene* terlebih dahulu, kemudian aduk sampai bercampur rata,
2. Kemudian masukan agregat kasar, lalu aduk dengan mesin pencampur sampai bahan tercampur rata,
3. Masukkan semen yang sudah disiapkan,
4. Masukkan kira – kira 2/3 jumlah air yang dibutuhkan dalam campuran secara bertahap dan perlahan lahan, sambil mesin pencampur dinyalakan, aduk sampai semua material bercampur,
5. Matikan alat pencampur, kemudian aduk campuran yang belum teraduk secara manual,
6. Kemudian campur kembali dengan alat pencampur dan masukkan sisa air yang ada, lalu campur adonan sampai merata, dan
7. Lakukan pencampuran sesuai kadar serat *polypropylene* yang akan diuji

#### 3.2.3.3. *Pencetakan Material*

1. Adonan yang selesai dicampur disebut beton muda
2. Lakukan pengujian *slump* untuk beton muda
3. Masukkan Beton yang belum mengeras ke dalam cetakan yang sudah diminyaki.
4. Dalam memasukkan beton ke dalam cetakan harus dilakukan dalam 3 tahap, dimana setiap tahapan terdiri dari memasukkan beton ke 1/3 cetakan lalu ditusuk – tusuk sebanyak 25 kali untuk silinder dan 75 kali untuk balok, untuk meminimalisir rongga udara dalam beton, sehingga beton tidak keropos.

5. Setelah penuh, cetakan digoyang – goyang juga dengan tujuan agar rongga udara yang terbentuk lebih sedikit.
6. Kemudian adonan beton dalam cetakan diratakan.
7. Setelah kurang lebih setengah hari, ketika beton sudah agak mengeras, beton diberi detail benda uji
8. Beton kemudian didiamkan, lalu keesokan harinya cetakan dibuka dan beton direndam untuk *curing*.

#### **3.2.4. Pengujian terhadap Beton Muda**

Tes slump beton sesuai ASTM C 143, dilakukan sebagai berikut:

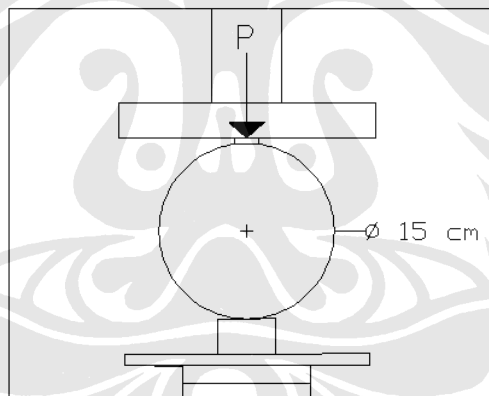
1. Siapkan *mold* yang akan digunakan untuk tes slump, beserta dengan alas, tongkat penusuk, dan tongkat perata,
2. *Mold* kemudian dijaga agar tidak bergeser dari posisinya,
3. Adonan beton muda yang sudah selesai dicampur diambil dan dimasukkan ke dalam 1/3 *mold* lalu ditusuk dengan tongkat penusuk. Kemudian masukkan lagi sampai ke 2/3-nya lalu ditusuk kembali, namun tusukan tidak boleh sampai ke dasar *mold*. Setelah itu lakukan lagi tahap terakhir sampai penuh.
4. Kemudian adonan diratakan dengan tongkat perata agar adonan memiliki ketinggian yang tepat.
5. Lalu *mold* diangkat sampai terjadi penurunan adonan beton. Ukur penurunannya dari permukaan *mold* dengan penggaris. Nilai tersebut adalah nilai slump yang dihasilkan.
6. Nilai slump mempunyai toleransi  $\pm 2$  cm dari slump rencana, bila slump tidak memenuhi toleransi lakukan pengujian sekali lagi, bila tidak memenuhi maka campuran harus diulang. Bila campuran mengalami patahan atau ikatannya terlepas, maka campuran harus diulang.

### 3.2.5. Pengujian terhadap Beton yang sudah Mengeras

Untuk memenuhi tujuan penelitian, maka dilakukan 2 macam pengujian, yaitu tes tarik belah dan tes lentur. Yang perlu diperhatikan adalah beton harus dikeluarkan 1 hari sebelum pengujian agar permukaannya kering. Tes tarik belah dilakukan pada umur beton 7 hari dan 28 hari, sedangkan Tes lentur hanya dilakukan pada umur 28 hari. Uji Modulus Elastisitas dilakukan untuk mendapatkan perbandingan nilai modulus elastisitas beton campuran.

#### 3.2.5.1. Uji Kuat Tarik

Pengujian terhadap sampel beton untuk mendapatkan nilai tegangan tariknya dilakukan mengacu pada standar ASTM C 496, yaitu uji kuat tarik dengan metode *splitting tensile strength*, yaitu uji tarik belah dengan pembebanan langsung. Pengujian ini menggunakan sampel beton silinder dengan ukuran  $\phi 15 \times 30 \text{ cm}^2$ .



Gambar 3.1. Permodelan Uji Tarik

Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

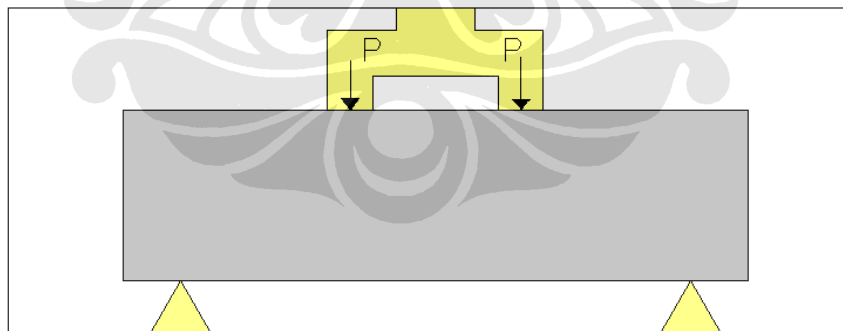
1. Siapkan peralatan untuk uji tarik belah. Alat yang digunakan sama dengan alat untuk uji kuat tekan
2. Atur alat uji sedemikian sehingga memiliki ruang yang cukup untuk perletakkan sampel yang akan diuji.
3. Timbang sampel beton yang akan diuji

4. Sampel beton yang akan diuji, diberi tanda berupa garis menyilang pada bagian atas dan bawahnya, kemudian di hubungkan dengan garis melintang di sisi sampingnya.
5. Posisikan sampel beton pada alat yang sudah tersedia
6. Bebani sampel beton sampai sampel beton terbelah, dan catat beban maksimumnya.

#### 3.2.5.2. Uji Kuat Lentur

Pengujian terhadap sampel beton untuk mendapatkan nilai tegangan lenturnya dilakukan mengacu pada standar ASTM C 78 – 02, yaitu uji kuat lentur dengan metode *third point loading*. Pengujian ini menggunakan sampel beton balok dengan ukuran  $15 \times 15 \times 55 \text{ cm}^3$ . Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Siapkan peralatan untuk uji lentur
2. Masukkan sampel beton yang akan dibebani
3. Atur posisi sampel, sehingga posisi sampel berada tepat di tengah – tengah alat uji.
4. Bebani sampel beton sampai sampel beton terbelah akibat beban lentur, dan catat beban maksimumnya.



Gambar 3.2. Permodelan Uji Lentur

### 3.2.5.3. Uji Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson

Pengujian terhadap sampel beton untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas dan rasio poisson-nya dilakukan mengacu pada standar ASTM C 469 – 02. Pengujian ini menggunakan sampel beton silinder dengan ukuran  $\phi 15 \times 30 \text{ cm}^2$ . Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Sampel beton silinder yang akan diuji di *capping* dengan menggunakan mortar belerang. Tujuannya untuk mendapatkan permukaan sampel yang rata. *Capping* dilakukan pada sisi atas dan bawah sampel.
2. Timbang sampel beton yang akan diuji.
3. Sampel kemudian dipasang dengan alat uji modulus elastisitas sesuai yang tertera pada standar. Alat uji ini terdiri dari alat pengukur regangan vertikal dan horisontal.
4. Ukur faktor koreksi vertikal dan horisontal, dengan cara mengukur panjang alat uji.
5. Masukkan sampel ke alat uji pembebanan tekan.
6. Kemudian sampel diberi tekanan bertahap sebesar  $2500 \text{ kg}$ , dimana untuk setiap tahap pembebanan dibaca regangan yang terjadi pada sampel baik regangan vertikal dan horisontalnya.
7. Lakukan pembacaan sampai 40% pembebanan tekan maksimum.
8. Kemudian pembacaan dilakukan untuk penurunan beban sampai nol
9. Lakukan pembacaan dengan prosedur yang sama, sebanyak 3 siklus pembebanan.
10. Kemudian alat uji modulus elastisitas dilepas dari badan sampel, lalu lakukan uji tekan pada sampel beton sampai hancur.

### 3.3. PENGUMPULAN DATA PENELITIAN

Data penelitian yang diperoleh untuk setiap pengujian adalah sebagai berikut:

- Uji Tarik Belah, data yang diperoleh adalah
  - Kadar Cacahan *polypropylene* benda uji (dalam  $\text{kg}$ )

- Nilai *Slump beton*
- Berat Benda Uji
- Beban Maksimum saat benda uji terbelah
- Uji Lentur
  - Kadar Cacahan *polypropylene* benda uji
  - Nilai *Slump beton*
  - Beban Maksimum saat benda uji patah ( dalam *kN*)
- Uji Modulus Elastisitas
  - Kadar Cacahan *polypropylene* benda uji
  - Nilai *Slump beton*
  - Berat Benda Uji
  - Nilai Regangan Vertikal untuk setiap siklus
  - Nilai Regangan Horisontal untuk setiap siklus
  - Beban Maksimum saat benda uji di tekan (dalam *kg*)

### 3.4. PENGKODEAN BENDA UJI

Pengkodean Benda Uji berguna untuk memudahkan penulisan, serta memudahkan pembaca untuk mengerti acuan benda uji yang dideskripsikan. Selain itu pengkodean juga bertujuan untuk memudahkan pembaca mengambil rujukan dari penulisan.

Dalam Penelitian ini, Format pengkodean ditulis sebagai berikut

XX – XX – XX – XX

Dimana variabel pertama, menunjukkan jenis pengujian pada Benda Uji, yaitu T untuk Tekan, TB untuk Tarik Belah dan TL untuk Tarik Lentur. Variabel kedua adalah Umur Benda Uji saat dilakukan pengujian, yaitu 07, untuk umur 7 hari dan 28 untuk umur 28 hari.

Variabel ketiga adalah Kadar Cacahan *Polypropylene* yang dicampur, berkisar antara 0 – 3%. Variabel terakhir adalah Nomor Benda Uji, yaitu 1 – 3.

Contoh: Benda Uji TB-07-0,1-2, berarti benda uji untuk tarik belah pada umur 7 hari, dengan kadar cacahan 0,1% dan merupakan benda uji kedua.