

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Umum

Penelitian ini adalah menggunakan metode studi eksperimental yaitu dengan melakukan langsung percobaan di laboratorium. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh Glenium ACE 8590 pada beton ringan dengan substitusi agregat kasar dengan menggunakan batu apung. Pengujian ini hanya dikhususkan untuk mengetahui perubahan kuat tekan, kuat lentur, dan modulus elastisitas beton ringan dengan menggunakan substitusi agregat kasar dengan batu apung 100%, terhadap penambahan Glenium ACE 8950 dengan kadar 0%, 0.5%, 1%, dan 1.5% terhadap berat semen. Pengujian kuat tekan, kuat lentur, dan modulus elastisitas beton ringan dengan Glenium ACE 8590 menggunakan 3 buah sample untuk masing – masing benda uji pada umur 7, 14 hari dan 28 hari dengan kadar 0%, 0.5%, 1%, dan 1.5% Glenium ACE 8590 terhadap berat semen. Pengujian menggunakan silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm untuk pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas, sedangkan untuk kuat lentur menggunakan balok dengan panjang 500 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 100 mm. Untuk semua variasi dan sampel benda uji.

4.2. Bahan

Benda uji dibuat dengan menggunakan material yang umumnya sering digunakan untuk membuat beton normal, namun dengan penggunaan batu apung

sebagai substitusi pada agregat kasar. Bahan-bahan tersebut adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat kasar berupa batu apung dengan ukuran maksimum agregat 20 mm yang berasal dari Bantul, Yogyakarta.



Gambar 4.1. Agregat Kasar (Batu Apung)

2. Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Kali Progo, Sleman, Yogyakarta.
3. Air yang berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya.
4. *Portland Composite Cement* merek *Holcim*



Gambar 4.2. Semen Portland (Holcim)

5. Bahan tambah berupa *Glenium ACE 8590*



Gambar 4.3. Glenium ACE 8590

4.3. Alat

Dalam proses pengujian bahan, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji digunakan beberapa alat yang telah disediakan oleh Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan serta Laboratorium Transportasi Universitas Atma Jaya untuk mempermudah dalam pembuatan benda uji. Alat-alat tersebut antara lain :

1. Cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pembuatan sampel beton yang akan diuji kuat tekan dan modulus elastisitas.



Gambar 4.4. Cetakan Silinder

2. Cetakan balok dengan panjang 50 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 10 cm untuk pembuatan sampel beton yang akan diuji kuat lentur.



Gambar 4.5. Cetakan Balok

3. Kerucut *Abrams* untuk mengetahui nilai *slump* beton.



Gambar 4.6. Kerucut Abrams

4. *Compression Testing Machine* merk *ELE* untuk pengujian kuat tekan beton ringan.



Gambar 4.7. *Compression Testing Machine*

5. *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merk *Shimadzu* UMH-30 untuk pengujian kuat lentur beton ringan.



Gambar 4.8. *Universal Testing Machine*

4.4. Pembuatan Benda Uji dan Perawatan

Tahap pembuatan benda uji dimulai dengan menghitung *mix design* (rencana adukan beton) dengan menggunakan metode dari Suhendro (1997). Jumlah benda uji keseluruhan dibuat sebanyak 48 benda uji, dengan ukuran cetakan silinder panjang 300 mm dan diameter silinder 150 mm untuk kuat tekan dan modulus elastisitas. Sedangkan untuk kuat lentur menggunakan balok dengan panjang 500 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 100 mm seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Variasi Benda Uji

Umur Pengujian	Kadar Glenium				Jumlah Benda
	0%	0,5%	1%	1,5%	
7 hari (Kuat tekan)	3	3	3	3	12
14 hari (Kuat tekan)	3	3	3	3	12
28 hari (Kuat tekan dan modulus elastisitas)	3	3	3	3	12
28 hari (Kuat lentur)	3	3	3	3	12

Pembuatan beton dilakukan seperti pembuatan beton secara konvensional. Kemudian campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan beton. Setelah beton mengering, benda uji dirawat dengan cara direndam di dalam bak berisi air selama 7, 14, dan 28 hari. Setelah 7, 14, dan 28 hari benda uji dikeluarkan dari dalam bak dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum diuji.

4.5. Pengujian Bahan

Sebelum memulai untuk membuat benda uji, bahan-bahan yang akan digunakan harus diuji terlebih dahulu untuk memastikan bahan-bahan tersebut telah memenuhi syarat yang telah ditentukan. Bahan-bahan yang akan diuji adalah agregat halus, dan agregat kasar.

4.5.1. Pengujian Agregat Halus

Yang termasuk dalam pengujian bahan agregat halus adalah pemeriksaan kandungan zat organik, pemeriksaan kandungan lumpur, pemeriksaan gradasi agregat halus, dan berat jenis agregat halus.

1. Pemeriksaan kandungan zat organik
 - a. Mengambil pasir kira – kira $\pm 130 \text{ cm}^3$
 - b. Mengeringkan pasir tersebut didalam tungku pada suhu 105° C , selama 36 jam.
 - c. Megeluarkan pasir dari tungku, kemudian mendingkan dengan *exicator* .
 - d. Memasukkan pasir 130 cm^3 tersebut kedalam tabung gelas ukur 250 cc
 - e. Menuangkan NaOH 3% ke dalam gelas ukur sampai batas 200 cc
 - f. Mengocok gelas ukur yang berisi pasir dengan NaOH 3% selama 10 menit dan membiarkannya selama 24 jam.
 - g. Mengamati dan mencatat warna larutan yang terdapat di atas pasir dan membandingkannya dengan *Gardner Standart Colour*.
2. Pemeriksaan kandungan lumpur
 - a. Menimbang pasir kering sebanyak 100 gr dan memasukkannya ke dalam gelas ukur 250 cc
 - b. Mengisi air ke dalam gelas ukur sampai setinggi 12 cm di atas permukaan pasir dan mengocoknya selama 1 menit, kemudian biarkan selama 1 menit, lalu buang airnya.

- c. Mengulang langkah a dan b sampai airnya jernih.
- d. Menghitung kandungan lumpur dengan rumus :

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{100-B}{100} \times 100\% \quad (4-1)$$

3. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

- a. Mengeringkan pasir dalam tungku pada suhu 105° C selama kurang lebih 24 jam.
- b. Mengeluarkan pasir dari tungku dan mendinginkannya ke dalam *exicator*
- c. Menimbang pasir (B gram)
- d. Timbang berat awal masing-masing ayakan
- e. Susun ayakan dengan susunan ayakan sebagai berikut Ø 9,5 mm; Ø 4,75 mm; Ø 2,36 mm; Ø 1,18 mm; Ø 0,60 mm; Ø 0,30 mm; Ø 0,15; Pan.
- f. Timbang 500 gr pasir kering oven kemudian masukkan ke dalam ayakan yang telah disusun
- g. Saringan diletakkan di mesin pengayak lalu nyalakan mesin pengayak selama 10 menit dan kemudian diamkan mesin pengayak selama 5 menit.
- h. Timbang berat setiap ayakan + pasir yang tertahan di ayakan tersebut, kemudian hitung % lolos agregat halus tersebut.
- i. Dari pemeriksaan tersebut, didapatkan nilai modulus halus butir (MHB), yaitu nilai yang digunakan untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran butiran agregat. Semakin besar nilai

MHB-nya, maka butir-butir agregat tersebut juga akan semakin besar.

4. Pemeriksaan Berat Jenis

- a. Agregat yang tertahan saringan $\frac{1}{2}$ ' diambil dan ditimbang sebanyak 1000 gr.
- b. Rendam agregat selama 24 jam kemudian dicuci sampai bersih
- c. Agregat yang sudah bersih ditimbang dalam air dengan menggunakan keranjang yang telah ditimbang terlebih dahulu di dalam air.
- d. Agregat dikeringkan dengan menggunakan kain lap sampai keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) dan kemudian agregat ditimbang.
- e. Agregat dikeringkan dalam *oven* dengan suhu 110° C sampai kering.
- f. Agregat di dinginkan dan kemudian timbang beratnya

4.5.2. Pengujian Agregat Kasar

Untuk agregat kasar berupa batu apung (*pumice*) dilakukan pengujian yang terdiri dari berat jenis dan pemeriksaan keausan dengan mesin Los Angeles

1. Berat Jenis

- a. Pilih sampel batu apung (*pumice*) yang akan diuji dengan kriteria permukaan rata, lalu timbang berat baru apung (*pumice*) tersebut (W).
- b. Siapkan alat-alat seperti cawan petri, mangkok dan air raksa.

- c. Timbang cawan petri, lalu catat hasilnya.
- d. Tuang air raksa ke dalam mangkok hingga penuh, kemudian ditimbang.
- e. Letakkan mangkok berisi air raksa tersebut di atas cawan petri dengan berhati-hati, jangan sampai air raksa tumpah.
- f. Masukkan sampel batu apung (*pumice*) dengan permukaan yang rata menghadap ke atas, kemudian tekan permukaan batu apung (*pumice*) yang rata tersebut dengan kaca hingga seluruh permukaan batu apung (*pumice*) terendam didalam air raksa.
- g. Hitung volume air raksa (V) yang tumpah diatas cawan petri.
- h. Hitung berat jenis batu apung (*pumice*) dengan rumus:

$$\text{Berat Jenis Batu Apung (Pumice)} = \frac{W}{\Delta V} \quad (4 - 2)$$

2. Pemeriksaan Penyerapan Agregat Kasar

- a. Agregat yang tertahan di saringan $\frac{1}{2}$ ' diambil dan ditimbang sebanyak 1000 gram..
- b. Rendam agregat selama 24 jam kemudian dicuci sampai bersih.
- c. Agregat dikeringkan dengan menggunakan kain lap sampai keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) dan kemudian agregat ditimbang.
- d. Agregat dikeringkan dalam oven sampai dengan suhu 110° C sampai kering.
- e. Agregat didinginkan kemudian ditimbang beratnya.

3. Pemeriksaan Keausan dengan Mesin Los Angeles

- a. Agregat diambil sebanyak 2500 gram yang lolos saringan 3/4" dan tertahan saringan 1/2". Agregat diambil sebanyak 2500 gram yang lolos saringan 1/2" dan tertahan saringan 3/8".
- b. Tutup mesin *Los Angeles Abrasion* dibuka, agregat tersebut dan bola baja sebanyak 11 butir dimasukkan ke dalamnya, lalu ditutup kembali.
- c. Mesin *Los Angeles Abrasion* dihidupkan kembali.
- d. Putaran yang dibutuhkan sebanyak 500 putaran, dengan kecepatan mesin 33 putaran/menit. Untuk kekurangan putaran, hidupkan mesin *Los Angeles Abrasion* kembali, dan hitung jumlah kekurangan putaran dengan *counter*.
- e. Kemudian didiamkan selama 5 menit, agar debunya mengendap.
- f. Debu yang jatuh ditampung dengan penampung, penutupnya dibuka. Lalu bola baja dan agregat yang ada di dalamnya dikeluarkan lalu ditampung dalam penampung.
- g. Agregat yang ada di penampung disaring dengan saringan No. 12.
- h. Agregat yang tertahan saringan No. 12 ditimbang dan dihitung keausan yang dimiliki.

4.6. Pengujian Slump

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengukur kelecakan dari adukan beton yang berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan

(*Workability*). Pada pengujian ini, yang dimaksudkan dengan nilai *slump* beton adalah hasil penurunan adukan campuran beton saat kerucut *Abrams* diangkat.

1. Kerucut *abrams* diletakkan pada permukaan yang rata.
2. Masukkan campuran adukan beton ke dalam kerucut *abrams* hingga $\frac{1}{3}$ tinggi kerucut *abrams*, lalu dipadatkan dengan penumbuk baja sebanyak 25 kali.
3. Masukkan lagi campuran adukan beton hingga $\frac{2}{3}$ tinggi kerucut *abrams*, lalu ditumbuk lagi sebanyak 25 kali.
4. Terakhir, campuran dimasukkan lagi hingga penuh dan ditusuk lagi sebanyak 25 kali kemudian diratakan permukaannya.
5. Diamkan selama 1 menit.
6. Setelah didiamkan 1 menit, kerucut diangkat perlahan secara vertikal. Kemudian amati dan ukur penurunan yang terjadi.

4.7. Perawatan Benda Uji

Perawatan beton adalah suatu metode pekerjaan yang bertujuan untuk menjaga permukaan beton segar selalu lembab dan jangan sampai terkena panas dari matahari secara langsung, sejak adukan beton dipadatkan hingga beton dianggap cukup keras. Perawatan beton dilakukan dengan cara memasukkan beton ke dalam bak berisi air selama 7, 14, dan 28 hari. Setelah 7, 14, dan 28 hari, benda uji dikeluarkan dari dalam bak dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum diuji.

4.8. Pengujian Kuat Tekan Beton Ringan.

Pengujian kuat tekan beton ringan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin CTM (*Compression Testing Machine*) merk *ELE*. Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton ringan adalah sebagai berikut.

1. Berat benda uji ditimbang sebelum pengujian dilakukan.
2. Benda uji diletakkan pada *Compression Testing Machine*.
3. *Compression Testing Machine* dihidupkan dan benda uji akan diberikan penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjuk dengan manometer.
4. Pada saat beban mencapai maksimum, benda uji akan retak bahkan dapat pula pecah dan jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum, maka diperoleh beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.

4.9. Pengujian Modulus Elastisitas Beton Ringan

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan hanya pada beton yang telah berumur 28 hari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Diameter dan tinggi benda uji diukur, masing-masing diukur tiga kali kemudian dirata-ratakan.
2. Benda uji ditimbang.
3. Alat *compressometer* dipasang pada benda uji
4. P_0 diukur dari *compressometer*

5. Mesin dihidupkan dan benda uji diletakkan pada alat uji pada bagian atas benda uji diletakkan topi besi
6. Baut pengikat *compressometer* dilepas dan angka penunjuk pada *compressometer* dipastikan menunjukkan angka nol.
7. Jarum penunjuk beban dipastikan tepat pada titik nol.
8. Pembebanan pada benda uji dimulai
9. Perubahan panjang (ΔP) dicatat pada setiap penambahan beban 500 Kgf.
10. Pembebanan dihentikan saat benda uji retak atau sesuai perhitungan sekitar 30 % dari beban maksimum pada pengujian kuat tekan.
11. Data hasil pengujian modulus elastisitas diolah.

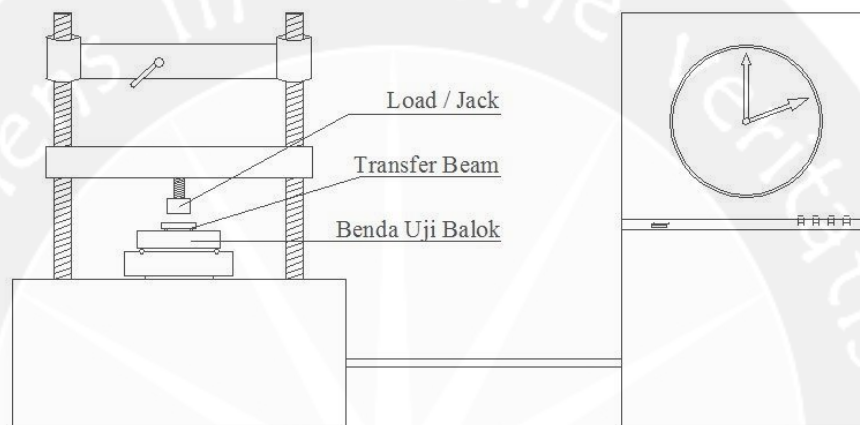
4.10. Pengujian Kuat Lentur Beton Ringan

Pengujian kuat lentur balok dilakukan di Laboratorium Bahan dan Bangunan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pengujian dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merk Shimadzu. Pengujian kuat lentur balok pada umur 28.

1. Benda uji berupa balok ditimbang terlebih dahulu sebelum diuji.
2. Letakkan balok beton pada alat *Universal Testing Machine* (UTM) dengan posisi horizontal (tidur).
3. Mesin dihidupkan dan kemudian benda uji diberikan pembebanan secara menerus hingga benda uji retak atau patah pada pembebanan maksimum.

4. Jarum manometer akan berhenti menunjuk pada pembebanan maksimal setelah benda uji retak atau patah. Catat pembebanan maksimum yang terjadi.

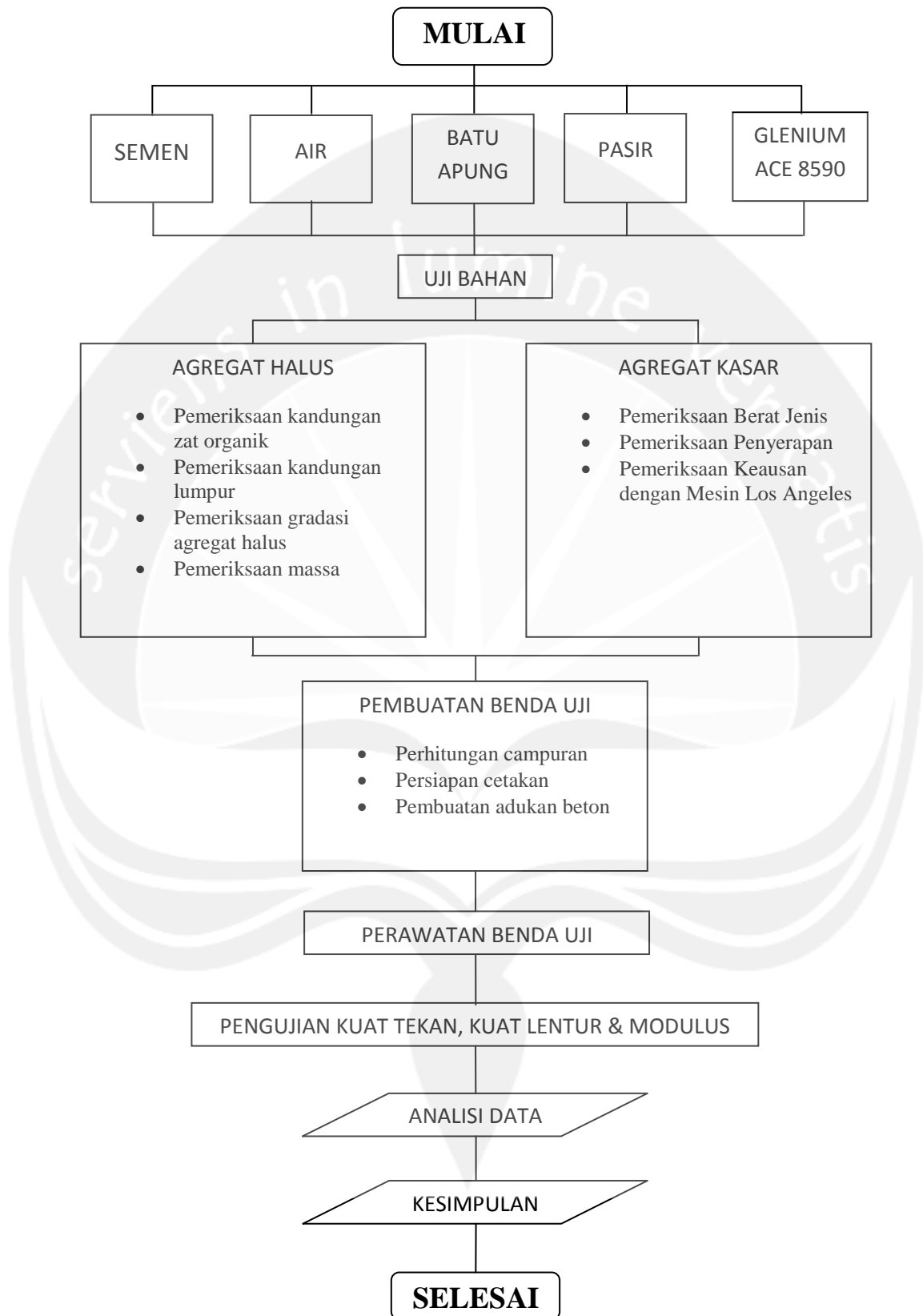
Sedangkan sketsa gambar untuk pengujian kuat lentur pada mesin *Universal Testing Machine* (UTM) seperti pada gambar 4.9.



Gambar 4.9. Pengujian Kuat Lentur dengan mesin *Universal Testing Machine* (UTM)

4.11. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian dibuat agar penelitian dapat berjalan dengan teratur dan sesuai arah. Tahap penelitian direncanakan sedemikian rupa agar berjalan secara sistematis. Kerangka penelitian seperti pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 *Flowchart* Pengerjaan.