**BAB III**

**METODOLOGI PENELITIAN**

* 1. **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pengaruh pensubstitusian abu kulit kerang tehadap sebagian semen pada kadar 0 %, 5 %, 7,5 % dan 10 % dengan perbandingan antara pasir dan semen 1:1 dan penambahan *foam agent* memenuhi standar pengujian sifat mekanis berdasarkan ASTM C 796-97.

* 1. **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian tentang beton ringan ini dilaksanakan di Laboratorium Biokomposit, Pusat Penelitian Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang terletak di Jalan Raya Bogor Km. 46, Cibinong – Bogor. Waktu pelaksanaan penelitian ini berlangsung mulai dari bulan Maret sampai dengan November 2014.

* 1. **Metode Penelitian**

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang pelaksanaannya dilakukan di laboratorium, kemudian sampel akan dikenai perlakuan yang sama. Setelah itu akan dilakukan pengujian terhadap sifat mekanis yaitu kuat tekan dan kuat lentur.

* 1. **Teknik Pengambilan Sampel**
     1. **Populasi**

Populasi pada penelitian ini adalah beton ringan dengan pensubstitusian abu kulit kerang tehadap sebagian semen pada kadar 0%, 5%, 7,5% dan 10% dengan perbandingan antara pasir dan semen 1:1 dan penambahan *foam agent.*

* + 1. **Sampel**

Pengambilan sampel setiap kadar abu kulit kerang sebesar 0%, 5%, 7,5% dan 10% digunakan masing-masing 5 buah sampel untuk pengujian kuat tekan pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari dan 3 buah sampel untuk pengujian kuat lentur pada umur 28 hari, sehingga jumlah keseluruhan sampel sebanyak 72 buah. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan berupa silinder dengan diameter 3 inch dan tinggi 6 inch. Sedangkan untuk pengujian kuat lentur digunakan balok dengan dimensi 4 cm x 4 cm x 16 cm sesuai standar ASTM C 133-1997 dan ASTM C 348-1997. Rincian jumlah sampel dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Jumlah Sampel Benda Uji**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kadar Abu kulit kerang** | **Pengujian Kuat Tekan**  **Silinder d 7.5cm dan t 15cm** | | | **Pengujian Kuat Lentur**  **Balok 4cm x 4cm x 16cm** | **Jumlah** |
| **7 hari** | **14 hari** | **28 hari** | **28 hari** |
| 0 % | 5 buah | 5 buah | 5 buah | 3 buah | 18 |
| 5 % | 5 buah | 5 buah | 5 buah | 3 buah | 18 |
| 7,5 % | 5 buah | 5 buah | 5 buah | 3 buah | 18 |
| 10 % | 5 buah | 5 buah | 5 buah | 3 buah | 18 |
| **Jumlah Total Kebutuhan Sampel** | | | | | **72** |

* 1. **Teknik Pengumpulan Data**

Data yang dihasilkan dalam pengujian ini adalah data mutu beton ringan berupa sifat mekanis yang meliputi kuat tekan dan kuat lentur berdasarkan ASTM C 769-97. Sedangkan instrument yang digunakan adalah timbangan dengan ketelitian 0,2% dari berat contoh, cetakan berupa silinder dengan ukuran diameter 3 inch dan tinggi 6 inch dan cetakan balok dengan ukuran 4 cm x 4 cm x 16 cm, bak pengaduk beton, peralatan tambah (wadah, sendok semen dan talam), seperangkat alat *Universal Testing Machine* (alat uji kuat lentur beton ringan) dan alat *Compression Testing Machine* (alat uji kuat tekan beton ringan) yang telah dikalibrasi dan peralatan lain yang digunakan untuk menguji mutu beton ringan, serta tabel untuk mengumpulkan data benda uji.

* 1. **Bahan Baku dan Peralatan**
     1. **Bahan Baku**

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan sampel beton ringan non struktural yaitu:

1. Pasir
2. Semen
3. *Foam Agent*
4. Abu Kulit Kerang
5. Air
   * 1. **Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagi berikut:

1. Tungku pembakaran

Alat ini digunakan untuk membakar serbuk kulit kerang.

1. Kompor pembakaran

Alat ini dimasukkan ke dalam tungku pembakaran. Pada penelitian ini digunakan satu buah kompor pembakaran dengan bahan bakar gas.

1. *Hammer mill*

Alat ini digunakan untuk menghancurkan kulit kerang dan batu apung.

1. Ayakan 20 mesh dan 100 mesh

Alat ini digunakan untuk menyaring abu kulit kerang dan pecahan batu apung yang digunakan sebagai agregat halus.

1. *Thermocouple*

Alat ini digunakan untuk mengukur suhu pada tungku pembakaran yang terdiri dari jarum penunjuk suhu, kabel penghubung dan logam penangkap panas.

1. Gelas ukur dan piknometer

Alat ini digunakan untuk menguji kadar lumpur pada agregar halus dan juga digunakan untuk menakar air.

1. Timbangan digital

Timbangan digital Untuk menimbang kebutuhan bahan.

1. Alat pengujian berat jenis abu kulit kerang

Alat pengujian berat jenis kerang meliputi botol le chatelier, bak air, thermometer, spatula dan corong.

1. Sendok semen.
2. Plastik

Plastik digunakan untuk perawatan beton setelah dicetak.

1. *Stopwatch*

Alat ini digunakan untuk untuk mengukur pembuatan foam untuk mendapatkan hasil foam dengan kekentalan optimal.

1. Penggaris

Alat ini digunakan untuk mengukur panjang, tinggi dan diameter benda uji.

1. Wadah penampung (Loyang)

Alat ini digunakan untuk menampung bahan baku dan beton yang telah dicetak.

1. Ember

Ember digunakan untuk mencampur adukan beton.

1. Kompresor

Alat ini digunakan untuk menaikkan tekanan gas sehingga dapat menggerakkan *foam generator*.

1. *Foam generator*

*Foam generator* digunakan untuk membuat busa.

1. *Hand mixer*

*Hand mixer* digunakan untuk mencampur bahan sehingga menjadi adukan yang siap untuk dicetak.

1. Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan terbuat dari pipa PVC dengan diameter 3 inch dan tinggi 6 inch.

1. Alat uji kuat tekan beton

Alat ini digunakan untuk mengetahui besarnya gaya tekan maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji pada umur 7, 14, dan 28 hari.

1. Alat uji kuat lentur beton

Alat ini digunakan untuk mengetahui besarnya kuat lentur yang dapat ditahan oleh benda uji.

* 1. **Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini:

1. Pengujian Berat Jenis Abu Kulit Kerang
2. Pengujian Dimensi (Lolos Saringan 100 Mesh)

Semen

Foam Agent

Abu Kulit Kerang

Air

Penimbangan Bahan

Penambahan Abu Kulit Kerang

Kadar 0%

Kadar 7,5%

Kadar 10%

Kadar 5%

Pengadukan Bahan

Pencetakan Bahan

Perawatan Beton

Uji Kuat Tekan

Uji Kuat Lentur

Analisis

SELESAI

Persiapan Bahan

Studi Literatur

Perumusan Masalah

MULAI

1. Pengujian Kandungan Kadar Lumpur
2. Pengujian Kadar Air
3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pasir

**Gambar 3.1 Diagram Alur Prosedur Penelitian**

* + 1. **Pembuatan Benda Uji**

Pembuatan benda uji meliputi pekerjaan persiapan bahan, pembuatan adukan, pencetakan dan perawatan beton ringan.

* + - 1. **Persiapan Bahan**

1. **Pasir**

Pasir yang digunakan dalam penelitian adalah jenis pasir alam yang berasal dari sungai Cimangkok, Sukabumi. Pasir disaring dengan saringan 20 mesh dan tertahan saringan 100 mesh. Sebelum melakukan pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap kadar lumpur, berat jenis pasir dan penyerapan air serta pengujian kadar air dalam pasir.

**Kadar Lumpur**

Pengujian kandungan kadar lumpur dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jumlah kadar lumpur yang terkandung dalam pasir. Apabila kandungan lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci terlebih dahulu.

Keterangan:

V1 : Volume lumpur (mm)

V2 : Volume pasir (mm)

**Berat Jenis dan Penyerapan**

Pengujianini dilakukan untuk menentukan *bulk specific gravity* (berat jenis curah), *apparent specific gravity* (berat jenis semu), berat jenis jenuh kering permukaan (SSD) dan *absorption* (penyerapan) untuk perhitungan volume agregat halus yang akan dicampur pada pembuatan beton ringan.

Keterangan:

B : berat contoh kondisi SSD

C : berat piknometer + contoh + air

D : berat piknometer + air

E : berat contoh kering oven

**Kadar Air**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kadar air yang terkandung dalam pasir

Keterangan :

W3 : berat contoh semula (gram)

W5 : berat contoh kering (gram)

**Pengujian Kandungan Zat Organik**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat zat organik dalam pasir, yaitu dengan membandingkan warna pasir setelah dicampur dengan larutan NaOH.

1. **Semen**

Semen yang digunakan sebagai bahan pengikat adalah jenis semen portland tipe 1 kemasan isi 50 kg yang siap pakai.

1. ***Foaming Agent***

*Foam agent* yang digunakan adalah jenis *synthetic* yang berfungsi sebagai pembuat rongga agar beton menjadi lebih ringan, Bahan ini berbentuk cairan kental yang kemudian larutkan ke dalam air dengan perbandingan 1 liter *foam agent* : 30 liter air. Dengan menggunakan mesin *foam generator* dan kompresor, cairan tersebut diubah menjadi busa yang kemudian dicampur dengan bahan lainnya dalam tahap pencampuran bahan. Busa yang akan digunakan harus memiliki bulatan yang seragam dan tidak mudah pecah.

1. **Abu Kulit Kerang**

Kulit kerang yang digunakan dalam penelitian yaitu jenis kerang hijau yang berasal dari pasar Muara Angke, Jakarta Utara. Sebelum digunakan, kulit kerang terlebih dahulu dibersihkan untuk menghilangkan kotoran dan kandungan garam. Bahan baku tersebut dijemur dibawah sinar matahari kemudian dihaluskan dengan menggunakan mesin *hammermill.* Kemudian dibakar pada suhu 600oC selama 12 jam sampai menjadi abu dan kemudian disaring dengan saringan 100 mesh. Setelah dibakar lalu dilakukan pengujian terhadap berat jenis abu kulit kerang berdasarkan SNI 03-2531-1991. Nilai berat jenis dihitung menggunakan rumus:

Keterangan:

V1 : Pembacaan pertama pada skala botol

V2 : Pembacaan kedua pada skala botol

(V1-V2) : Isi cairan yang dipindahkan oleh abu kulit kerang dengan suhu berat tertentu

d : Berat isi air pada suhu 25oC (1 gr/cm3)

1. **Air**

Air yang digunakan dalam penelitian merupakan air tanah yang bersih, tidak mengandung lumpur dan tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton.

* + - 1. **Perhitungan Rancangan Campuran Beton Ringan**

Perencanaan campuran beton dimaksudkan untuk mendapatkan beton dengan mutu sebaik-baiknya yaitu kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi dan mudah dikerjakan. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian terdiri dari pasir, semen, abu kulit kerang dan *foam agent*. Setelah melakukan uji pendahuluan terhadap material penyusun beton, maka dihitung rancangan campuran beton sesuai dengan mutu yang direncanakan yaitu sebesar 1.4 MPa. Rancangan campuran beton dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah.

**Tabel 3.2 Rancangan Campuran Beton Ringan untuk 1m3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Bahan Penysun** | **Satuan** | **Berat** |
| Pasir | kg | 410 |
| Semen | kg | 410 |
| *Foam Agent* | kg | 1.42 |
| Air | lit | 118 |

Rancangan campuran beton diatas merupakan rancangan untuk kebutuhan per m3. Setelah direncanakan sesuai dengan mix design, selanjutnya dikoreksi dengan kebutuhan bahan yang digunakan. Berat semen merupakan jumlah dari sebagian semen dan abu kulit kerang dengan variasi campuran 0%, 5%, 7.5% dan 10%. Proses koreksi kebutuhan diperoleh dari volume benda uji untuk kuat tekan dan kuat lentur yaitu sebanyak 72 benda uji, berupa silinder dengan ukuran d = 3inch dan t = 6inch dan balok dengan ukuran p = 16 cm, l = 4 cm dan t = 4 cm. Data *mix design* secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 10.

* + - 1. **Pembuatan Adukan Beton Ringan**

Pembuatan campuran adukan beton ringan dilakukan setelah menghitung proporsi masing-masing kebutuhan bahan yang digunakan, kemudian mencampur bahan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengambil bahan-bahan penyusun beton ringan yang telah ditimbang, yaitu pasir dan semen yang sudah disubstitusi dengan abu kulit kerang dengan perbandingan 1:1.
2. Mencampur pasir yang sudah dalam kondisi SSD dan semen menggunakan sendok semen hingga kedua bahan homogen.
3. Masukkan air sesuai nilai FAS yang telah direncanakan, masukkan secara perlahan dan aduk menggunakan *hand mixer* sampai diperoleh adukan yang merata.
4. Setelah diperoleh adukan yang merata, masukan *foam agent* dan aduk kembali hingga semua bahan tercampur dan seragam.
5. Putar *hand mixer* kembali untuk memastikan adukan tercampur secara merata.
   * + 1. **Pencetakan Beton Ringan**

Pencetakan beton ringan dilakukan setelah diperoleh adukan yang merata, adapun langkah-langkah pencetakan beton yaitu:

1. Pastikan cetakan beton yang akan digunakan telah disiapkan diatas wadah agar terhindar dari goncangan yang dapat membuat beton menjadi susut.
2. Pastikan cetakan beton telah diolesi minyak untuk mempermudah beton dilepas dari cetakan.
3. Masukkan adonan ke dalam cetakan menggunakan sendok semen, pastikan semua bagian terisi secara merata.
4. Ketuk cetakan secara perlahan dengan menggunakan palu karet dan ratakan bagian atasnya, namun jangan ditekan karena dapat mempengaruhi berat beton.
5. Letakkan beton yang telah dicetak di tempat yang aman dan terhindar dari goncangan.
   * + 1. **Perawatan Beton Ringan**

Untuk memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk abu kulit kerang agar dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai serta untuk menjaga agar tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton ringan, maka perlu dilakukan perawatan terhadap beton setelah dicetak. Perawatan beton dapat dilakukan dengan cara:

1. Setelah dicetak, pastikan beton diletakkan ditempat yang aman dan terhindar dari goncangan.
2. Segera masukkan beton yang telah dicetak kedalam plastik untuk menghindari penguapan berlebih yang berakibat pada keratakan beton.
3. Tunggu hingga 7 hari untuk membuka cetakan beton, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang baik dan tidak pecah.
4. Bukalah cetakan secara perlahan, lepas selotip pada cetakan agar beton mudah dibuka.
5. Letakan kembali beton ditempat yang aman sebelum dilakukan proses pengujian.
   * 1. **Pengujian Beton Ringan**

Pengujian beton ringan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengujian kuat tekan dan kuat lentur.

* + - 1. **Kuat Tekan**

Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton, yaitu kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tekan beton (*Compression Testing Machine*). Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 796-97 dan nilai kuat tekan beton ringan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1.

Prosedur pengujian kuat tekan beton ringan adalah sebagai berikut:

1. Benda uji yang telah dibuka dari cetakan dan telah melewati tahap perawatan kemudian dikeluarkan dari plastik.
2. Timbang dan catat berat silinder beton.
3. Melakukan *capping* dengan menggunakan karet pada silinder beton pada bagian permukaan bagian atas dan bawah.
4. Letakkan benda uji pada mesin tekan *(Compression Testing Machine)* secara sentris dan nyalakan mesin tekan.
5. Lakukan pembebanan hingga jarum penunjuk pada dial mencapai nilai maksimum, ditunjukkan dengan jarum berhenti begerak dan kembali ke posisi awal.
6. Catat beban maksimum, kemudian hitung kuat tekan benda uji beton ringan tersebut dalam satuan MPa.
   * + 1. **Kuat Lentur**

Pengujian kuat lentur dilakukan berdasarkan standar ASTM C 133-1997. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan benda uji berupa balok. Nilai kuat lentur beton ringan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2.

Prosedur pengujian kuat tekan beton ringan adalah sebagai berikut:

1. Benda uji yang digunakan adalah balok, ukur lebar dan tingginya. Lakukan tiga kali pengulangan, kemudian atur jarak titik tumpu sebesar 13 cm sebagai dudukan benda uji.
2. Atur tegangan sebesar 40 volt untuk menggerakan motor penggerak kebawah maupun keatas. Pastikan alat ukur terlebih dahulu dikalibrasi hingga jarum penunjuk tepat pada angka nol.
3. Tempatkan benda uji tepat di tengah pada posisi pemberian beban, arahkan *switch* ON/OFF ke posisi ON. Pembebanan secara otomatis akan bergerak dengan kecepatan konstan sebesar 4 mm/ menit.
4. Tunggu hingga benda uji patah, apabila sampel telah patah arahkan *switch* ke posisi OFF maka proses pembebanan akan berhenti. Catat besarnya gaya yang terlihat pada panel *display*.
   1. **Teknik Analisis Data**

Data yang dihasilkan dari percobaan dianalisa secara statistik sederhana dan deskriptif. Metode statistik sederhana akan digunakan untuk mengolah data mentah yang dihasilkan dari pengujian, sedangkan metode deskriptif akan digunakan dalam menganalisa hasil visual dari pengujian yang dilakukan.