

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian eksperimen merupakan jenis penelitian yang digunakan dengan menghasilkan data dari hasil penelitian yang akan diperoleh pada pengujian di laboratorium.

3.2 Variabel Penelitian

- a. Variabel terikat dalam penelitian yaitu beton dengan cetakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm dan balok berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm.
- b. Variabel bebas adalah kuat tekan serta kuat lentur pada pengujian beton.

3.3 Desain Penelitian

3.3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro Semarang dan Plant PT. Varia Usaha Beton Sayung, Demak.

3.3.2 Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan serat *polypropylene* serta abu cangkang sawit sebagai bahan tambah (substitusi) dalam campuran beton dilakukan dengan pengambilan berupa sampel agregat dari beberapa lokasi :

- a. CV. Kimia Abadi Semarang untuk pengambilan sampel serat *polypropylene*
- b. CV. Greentani untuk pengambilan sampel abu cangkang sawit

3.3.3 Persiapan Benda Uji

Benda uji berbentuk balok berukuran 15 cm x 15cm x 60 cm dan silinder berukuran diameter 15 cm x 30 cm.

3.3.4 Pengujian Benda Uji

Pengujian penelitian menggunakan beberapa alat seperti *Compression Testing Machine* dan *Hydraulic Concrete Beam*.



Gambar 3.1 *Compression Testing Machine*

(Sumber : Laboratorium Bahan Konstruksi Sipil Arsitektur Sekolah Vokasi
UNDIP, 2023)



Gambar 3.2 *Hydraulic Concrete Beam.*

(Sumber : PT. Varia Usaha Beton Sayung, 2020)

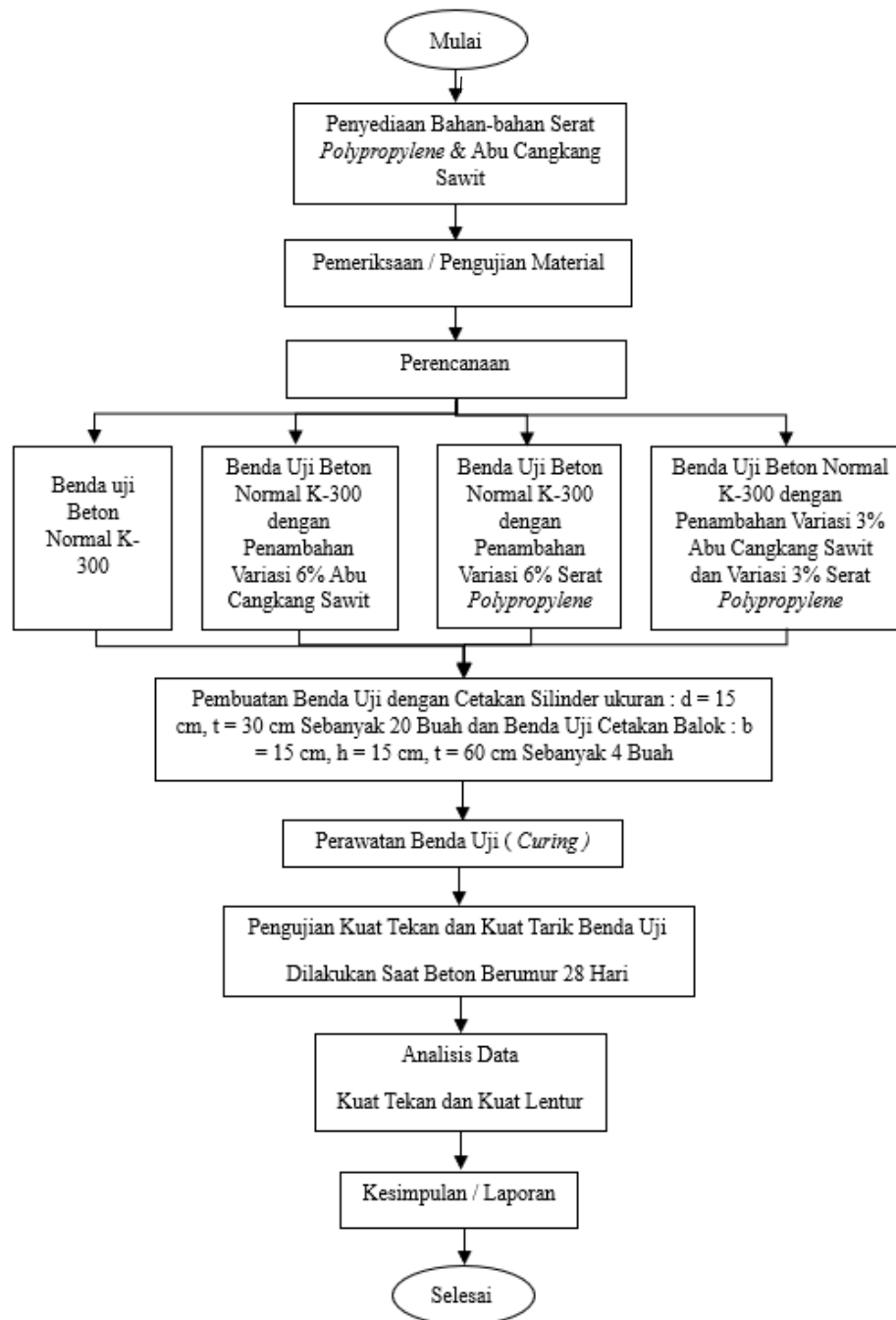
3.3.5 Analisa Data Penelitian

Analisa data pada pengujian penelitian dilakukan dengan langkah :

- a. Data hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur disusun dalam penyajian tabel.
- b. Dibuat grafik kuat tekan serta kuat lentur beton.

3.3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian disusun dalam bentuk *Flowchart* berikut ini :



Gambar 3.3 Diagram Alir

3.3.6.1 Tahap Perencanaan

Pekerjaan persiapan dilakukan meliputi alat dan bahan seperti air, semen, pasir, kerikil, abu cangkang sawit, serat *polypropylene*, cetakan beton silinder ukuran 15 cm x 30 cm dan balok ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm, dan lainnya.

Tabel 3.1 Alat dan bahan sebelum membuat benda uji

No	Alat/Bahan	Gambar
1.	Cetakan berbentuk beton silinder (15 cm x 30 cm)	 Gambar 3.4 Cetakan Silinder
2.	Cetakan beton berbentuk balok berukuran panjang 15 cm, lebar 60 cm dan tinggi 15 cm.	 Gambar 3.5 Cetakan Balok
3.	<i>Sieve Shaker</i> digunakan pada proses gradasi material agregat kasar dan material agregat halus.	 Gambar 3.6 Sieve Shaker
4.	Oven dengan temperatur minimum 200 °C ± 3 °C.	 Gambar 3.7 Oven

No	Alat/Bahan	Gambar
5.	<i>Compression Testing Machine</i> yang digunakan pada proses pengujian beton silinder untuk mendapatkan hasil kuat tekan.	 Gambar 3.8 <i>Compression Testing Machine</i>
6.	<i>Hydraulic Concrete Beam</i> yang digunakan pada proses pengujian beton balok untuk mendapatkan hasil kuat lentur.	 Gambar 3.9 <i>Hydraulic Concrete Beam</i>
7.	Timbangan digunakan untuk mengukur volume bahan yang akan digunakan.	 Gambar 3.10 Timbangan
8.	Perlengkapan pendukung seperti : a. Sarung tangan b. Cetok c. Pemukul karet d. Kunci Inggris e. Loyang pengaduk f. Kerucut Abrams g. Meteran	 Gambar 3.11 Peralatan pendukung

No	Alat/Bahan	Gambar
9.	Agregat kasar, dengan lolos saringan $\frac{3}{4}$ inci dan lolos saringan $\frac{1}{2}$ inci.	 Gambar 3.12 Agregat kasar $\frac{3}{4}$ inci, Agregat kasar $\frac{1}{2}$ inci
10.	Agregat Halus, yaitu pasir (lolos saringan No.4 berukuran 4,75 mm). Jenis pasir penelitian berasal dari daerah Muntilan.	 Gambar 3.13 Pasir
11.	Semen (filler)	 Gambar 3.14 Semen
12.	Bahan substitusi, meliputi : a. Abu cangkang sawit Abu cangkang sawit digunakan sebagai material bahan substitusi semen (<i>filler</i>) b. Serat <i>Polypropylene</i> Serat <i>polypropylene</i> digunakan sebagai bahan substitusi agregat kasar	 Gambar 3.15 Abu Cangkang Sawit  Gambar 3.16 Serat <i>Polypropylene</i>

Material-material yang akan digunakan dipersiapkan dengan melakukan pemeriksaan material. Pemeriksaan material meliputi :

1. Pemeriksaan Agregat

a. Pemeriksaan Agregat Melalui Percobaan Analisa Saringan

Pada Pemeriksaan menggunakan analisa saringan ini dilakukan dengan cara :

1. Siapkan agregat halus (pasir) sebanyak 1000 gr yang melalui proses oven dan harus dibersihkan dari kotoran-kotoran seperti sampah, gelas, pecahan genteng, pecahan gelas, dan sebagainya
2. Kemudian kita susun saringan berdasarkan ukuran diameter saringan berurutan dimulai diameter besar berada diatas dan diameter kecil berada dibawah.



Gambar 3.17 Susunan Ayakan Uji Gradasi

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

3. Pasir dituangkan dalam saringan kemudian selanjutnya ditutup. Penyaringan dilakukan dengan teliti dimaksudkan agar pasir tidak banyak yang hilang (kehilangan berat yang diijinkan 1%) dan diusahakan agar pasir tersaring dengan baik maka dengan cara menggoyang-menggoyang saringan tersebut ke kanan/ke kiri, untuk memperoleh ketelitian maka penyaringan dilakukan sedikit demi sedikit.
4. Kemudian sisa pasir akan ditimbang dari tiap saringan sampai ketelitian 1 gram.
5. Mencatat hasil timbangan dalam daftar yang ada
6. Penyaringan dilakukan dua kali, agar percobaan yang diperoleh hasilnya akurat, kemudian kedua hasil percobaan tersebut dirata-rata.

b. Pemeriksaan Kadar Lumpur Pada Agregat Pasir

Pada pemeriksaan kadar lumpur dan kotoran organis dilakukan dengan cara :

1. Siapkan pasir kering dan masukan ke dalam gelas setinggi 130 cc dengan

ukuran gelas 250 cc.

2. Air dituangkan pada gelas ukur yang telah disiapkan sampai penuh 250 cc dan tunggu sampai air meresap ke dalam pasir. Kemudian tutup dengan menggunakan plastik dan ikat dengan karet, kocok kurang lebih selama 30 menit dan diamkan 5 jam lamanya.



Gambar 3.18 Proses Pengujian Kadar Lumpur Pada Agregat

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

3. Setelah didiamkan catatlah tinggi pasir dan lumpur.



Gambar 3.19 Proses Pengujian Kadar Lumpur Pada Agregat

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

c. Pengujian Keausan Pada Agregat Menggunakan Mesin Los Angeles

Pengujian ini untuk mengetahui nilai keausan pada agregat kasar. Dinyatakan pada perbandingan berat dari bahan aus lolos saringan No. 12 (1,7 mm) terhadap berat awal dari agregat, dalam persen (SNI 03-2417-1991). Tata cara pengujian dilakukan dengan cara :

1. Siapkan alat serta bahan sebelum melakukan pengujian.



Gambar 3.20 Persiapan Alat dan Bahan Sebelum Pengujian Menggunakan Mesin Los Angeles

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

2. Cuci agregat hingga bersih dan dioven selama kurang lebih 24 jam, setelah dioven agregat dapat dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruangan
3. Nyalakan mesin Los Angeles dan atur kecepatan mesin sekitar 30 sampai dengan 33 rpm untuk 500 putaran.



Gambar 3.21 Mesin Los Angeles

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

4. Setelah putaran selesai, keluarkan sampel untuk dilakukan penyaringan dengan menggunakan saringan nomor 12. Butiran yang tertahan pada saringan selanjutnya dicuci bersih dan dikeringkan dengan oven sampai berat tetap lalu ditimbang.

2. Pemeriksaan Air

Pemeriksaan air dilakukan melalui pengamatan dengan cara visual yang sesuai dengan PBI-1971. Untuk hasil yang dipakai, tidak berbau, air harus jernih, harus bersih tidak boleh memiliki kandungan minyak, lumpur, garam dan tidak boleh memiliki kandungan bahan- bahan yang lain yang bisa menurunkan kualitas beton.



Gambar 3.22 Air Untuk Campuran Beton

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

3. Pemeriksaan Semen

Pada pemeriksaan semen akan dilihat dari kondisi kemasan semen apakah masih bagus tidak terbuka ataupun tidak ada robekan, untuk kemasan sendiri juga kering dan kondisi semen terlihat gembur tidak memadat.



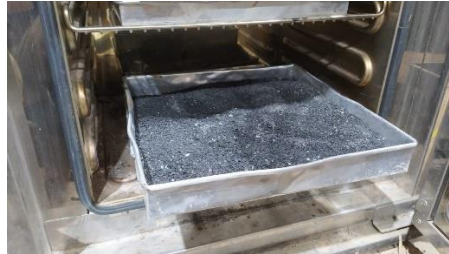
Gambar 3.23 Semen Untuk Campuran Beton

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

4. Pemeriksaan Material Substitusi

Pemeriksaan material substitusi meliputi pemeriksaan yang dilakukan terhadap serat *polypropylene* dan abu cangkang sawit. Pada pemeriksaan ini akan dicek material substitusi harus dalam keadaan kering dan sesuai spesifikasi. Serat *polypropylene*

yang digunakan adalah serat dengan panjang serat berkisar antara 3 cm – 5 cm, sementara untuk abu cangkang sawit yang digunakan adalah abu cangkang sawit yang lolos ayakan nomor 200 atau 0,075 mm. Apabila kedua bahan substitusi kondisinya belum kering, maka harus dikeringkan terlebih dahulu.



Gambar 3.24 Pengeringan Abu Cangkang Sawit

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)



Gambar 3.25 Penumbukan Abu Cangkang Sawit Sebelum Diayak Saringan Nomor 200 / 0,075 mm

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)



Gambar 3.26 Abu Cangkang Sawit Lolos Saringan Nomor 200 / 0,075 mm

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

Campuran beton yang direncanakan untuk mengidentifikasi komposisi campuran material penyusun beton. Penelitian ini menggunakan benda uji beton dengan cetakan silinder dan balok. Beton yang diuji akan menggunakan serat *polypropylene* dan abu cangkang sawit menjadi bahan material penambahan pada campuran beton masing- masing variasi benda uji adalah sebesar 0%, 3%, dan 6% dari total agregat kasar dan semen.



Gambar 3.27 Cetakan Silinder (15 cm x 30 cm)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)



Gambar 3.28 Cetakan Balok Ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

3.3.6.2 Tahap Pembuatan Benda Uji

Pembentukan benda uji dengan mempersiapkan campuran beton dengan menimbang material-material yang telah dipersiapkan sebelumnya sesuai dengan *mix design*.

Tabel 3.2 *mix design* beton modifikasi dengan cetakan silinder

No	Serat PP (%)	ACS (%)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (ltr)	Serat PP (kg)	ACS (%)
1.	0	0	2,384	3,533	6,561	1,192	0	0
2.	0	6	2,241	3,533	6,561	1,192	0	0,143
3.	6	0	2,384	3,533	6,168	1,192	0,394	0
4.	3	3	2,313	3,533	6,364	1,192	1,197	0,072

(Sumber : Hasil Analisis, 2023)

Tabel 3.3 *mix design* beton modifikasi dengan cetakan balok

No	Serat PP (%)	ACS (%)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (ltr)	Serat PP (kg)	ACS (%)
1.	0	0	6,075	9,000	16,716	3,038	0	0
2.	0	6	5,711	9,000	16,716	3,038	0	0,365
3.	6	0	6,075	9,000	15,713	3,038	1,003	0
4.	3	3	5,893	9,000	16,215	3,038	0,501	0,182

(Sumber : Hasil Analisis, 2023)

Selanjutnya dicetak pada cetakan beton silinder berukuran 15 cm x 30 cm dan cetakan balok berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Selanjutnya beton dikeringkan dan dilepas dari cetakan apabila sudah mengeras sekitar 24 jam.



Gambar 3.29 Beton Yang Telah Mengering Dilepas Dari Cetakan

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

Setelah terlepas dari cetakan, beton dirawat dengan dilakukan perawatan beton berupa *curing* yaitu dengan perendaman beton uji dengan menggunakan air. Hal ini bertujuan terjaganya kelembaban pada beton.. Beton dilakukan perendaman air dimulai dari usia beton 3 hari sampai dengan usia beton 20 hari.



Gambar 3.30 Perawatan Benda Uji Dengan Perendaman Menggunakan Air

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

3.3.6.3 Tahap Pengujian dan Analisis Data

Uji kuat tekan maupun kuat lentur beton dilakukan saat umur beton berusia 28 hari. Kuat tekan diuji dengan menggunakan suatu alat yaitu *Compression Testing Machine*. Kuat tekan dihitung dari beban tekan dibagi luas bidang tekan. Sedangkan pengujian kuat lentur pada beton berbentuk balok menggunakan alat *Hydraulic Concrete Beam*. Berikut langkah dalam pengujian yang dilakukan sebagai berikut :

a. Pengujian *Slump* Beton

Slump diartikan dengan penurunan besaran suatu ketinggian permukaan atas keruntuhan beton setelah dilepasnya alat uji *slump* yang selanjutnya diukur segera (SNI 03-1972-2008). Langkah-langkah uji *slump* beton adalah sebagai berikut :

1. Pada saat pencampuran adukan sudah secara merata, masukkan adukan tersebut kedalam kerucut abrams.



Gambar 3.31 Kerucut Abrams

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

2. Penuangan dilakukan dengan aturan setiap sepertiga adukan beton yang dimasukkan kedalam kerucut abrams ditusuk 25 kali menggunakan besi.



Gambar 3.32 Proses Penuangan Beton

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

3. Setelah beton sudah terisi pada kerucut abrams, kemudian angkat kerucut abrams secara perlahan dan letakkan kerucut abrams secara terbalik dan letakkan besi secara horisontal diatas kerucut abrams disamping lengseran beton guna untuk menguji *slump*. Ukur batasan besi dengan lengseran beton menggunakan meteran.



Gambar 3.33 Proses Pengukuran Hasil Uji Slump

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

b. Pengujian Kuat Tekan Beton

1. Menyiapkan terlebih dahulu benda uji beton bentuk silinder (15 cm x 30 cm) lalu selanjutnya diukur tinggi, diameter, dan beratnya untuk setiap masing-masing pada benda uji beton silinder dan tandai *sample* uji dengan memberikan kode pada benda uji.



Gambar 3.34 Persiapan Benda Uji Silinder

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)



Gambar 3.35 Pengecekan Berat Benda Uji

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

- Setelah benda uji melewati tahap persiapan maka selanjutnya berkaitan dengan kondisi permukaan beton harus dipastikan rata dan perlu dilakukan *capping* pada salah satu permukaan benda uji dengan menggunakan belerang atau dapat menggunakan batu gosok untuk meratakan permukaan beton uji.



Gambar 3.36 Perataan Permukaan Benda Uji Dengan Batu Gosok

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

- Hidupkan alat *compression testing machine* dan perangkat komputer yang mendukung pencatatan data hasil kuat tekan.



Gambar 3.37 Perangkat Pendukung

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

- Letakan benda uji silinder yang telah di *capping*/digosok permukaannya pada alat uji yaitu dengan menggunakan alat *compression testing machine*.



Gambar 3.38 Peletakan Benda Uji Pada Alat *Compression Testing Machine*.

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

5. Selanjutnya adalah proses pembebanan pada benda uji dengan alat *compression testing machine* hingga beton hancur secara konstan.



Gambar 3.39 Beton Setelah Di Uji Kuat Tekan

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

6. Baca dan catat nilai dari hasil pengujian pada perangkat alat *Compression Testing Machine*.

c. Pengujian Kuat Lentur Beton

1. Siapkan benda uji beton berbentuk balok (15 cm x 15 cm x 60 cm) lalu mengukur panjang, lebar dan tinggi untuk masing-masing pada benda uji beton balok dan beri kode setiap benda yang diuji.



Gambar 3.40 Beton Balok Ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

2. Memasang benda uji balok beton di alat uji, yaitu *Hydraulic Concrete Beam*.



Gambar 3.41 *Hydraulic Concrete Beam*

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)

3. Melakukan pembebanan ditengah penampang persegi panjang balok bagian atas pada benda uji secara konstan dengan menggunakan *Hydraulic Concrete Beam* hingga beton terbelah menjadi dua.
4. Catat nilai yang dihasilkan dari hasil pengujian *Hydraulic Concrete Beam*.

3.4 *Output Penelitian*

Dalam penelitian ini diperoleh sebuah prototipe berupa beton modifikasi dari serat *polypropylene* dan abu cangkang sawit yang divariasikan. Proses pembuatan beton modifikasi ini memanfaatkan limbah abu cangkang sawit menjadi bahan tambah untuk mengurangi penggunaan semen serta penggunaan serat *polypropylene* yang diharapkan mampu mengikat kuat agregat kasar maupun agregat halus. Selanjutnya output yang dihasilkan ini akan diajukan bentuk HaKI sebagai bentuk pengakuan atas penemuan dan penelitian yang telah dilakukan yaitu dalam jurnal pilars dari rancangan yang akan dibuat.



Gambar 3.42 Beton Modifikasi Berbentuk Silinder dan Balok

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2023)