

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian atau benda uji pada penelitian ini adalah sebuah agregat buatan berbahan dasar limbah (*fly ash*) yang akan menjadi agregat kasar pengganti agregat alami (batu kerikil). Agregat ini akan dicampurkan dalam campuran beton 15 Mpa. Pengujian benda uji pada penelitian ini adalah pengaruh agregat kasar buatan terhadap kuat lentur beton, yang dimana beton akan ditaruh pada mesin tes tarik untuk melihat pengaruh agregat terhadap kuat tarik beton.

### 3.2 Variabel Penelitian

- Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa agregat kasar buatan dan agregat kasar alami. Sedangkan variabel terikatnya adalah perbandingan kuat tarik beton.

Tabel 3.1 Tabel Variabel Benda Uji

Variabel penelitian	Persentase Substitusi	Molaritas	Hari			Jumlah
			7	14	28	
BA-A	0%	-	3	3	3	9
BA-B1	30%	10	3	3	3	9
BA-B	60%	10	3	3	3	9
BA-B3	100%	10	3	3	3	9
<b>Jumlah</b>						<b>36</b>

BA-A : Beton normal agregat alami 0%  
BA-B1 : Beton normal agregat buatan 30%  
BA-B2 : Beton normal agregat buatan 60%  
BA-B3 : Beton normal agregat buatan 100%

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini berupa uji coba pengaruh agregat buatan terhadap kuat tarik beton normal. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, seperti:

- a. Pengujian Agregat Kasar
  - 1) Uji berat jenis dan daya serap air agregat kasar (SNI 1969: 2008).
  - 2) Analisis saringan agregat kasar (SNI ASTM C136-2012)

- 3) Uji berat isi agregat kasar (SNI 03-4804-1998).
  - 4) Uji Kadar Lumpur agregat kasar (SNI 03-4142-1996).
- b. Pengujian Agregat Halus
- 1) Uji berat jenis dan daya serap air pada agregat halus (SNI 1970: 2008).
  - 2) Analisis saringan agregat halus (SNI ASTM C136-2012)
  - 3) Uji berat isi agregat halus (SNI 03-4804-1998).
  - 4) Uji Kadar Lumpur agregat halus (SNI 03-4142-1996).
- c. Pengujian Kuat Tarik Beton Normal
- 1) Uji Kuat Tarik (SNI-4431-2011)
- d. Pembuatan dan Pengujian Agregat Buatan
- 1) Pembuatan agregat akan mengacu pada jurnal-jurnal terdahulu terkait persentase dan tata cara.
  - 2) Uji berat jenis dan daya serap air agregat kasar (SNI 1969: 2008).
  - 3) Analisis saringan agregat kasar (SNI ASTM C136-2012)
  - 4) Uji berat isi agregat kasar (SNI 03-4804-1998).
  - 5) Uji Kadar Lumpur agregat kasar (SNI 03-4142-1996).

### **3.4 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji**

Penelitian ini menggunakan acuan SNI-293-2011 dan acuan dari jurnal-jurnal terdahulu dalam pembuatan benda uji berikut merupakan proses pembuatan agregat buatan dan beton berdasarkan acuan adalah sebagai berikut:

Tabel 3 2 Langkah Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

ANGKAI	PROSES	KETERANGAN	Waktu
1	Penimbangan Material Naoh dan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Disesuaikan dengan Kebutuhan	
2	Melarutkan dan Mereaksiakan Larutan <i>Alcalie Activator</i>	Larutkan Naoh dengan air, lalu larutkan dengan na <sub>2</sub> siO <sub>3</sub>	31 menit (Melarutkan), 1 jam (Mereaksiakan)
3	Penimbangan Material <i>Fly Ash</i> dan Pasir	Disesuaikan dengan Kebutuhan	10 menit
4	Pembuatan Agregat Kasar	Menggunakan Molen	20 sampai 30 menit
5	Pengeringan Agregat	Suhu Ruangan	24 jam
6	<i>Curing</i> Agregat	Oven Suhu 60° dan didiamkan di suhu ruangan	4 jam (oven) dan 7 hari (suhu ruangan)
7	Pembuatan Beton	Disesuaikan dengan Kebutuhan	20 sampai 30 menit
8	Slump	-	-
9	Mencetak Beton	-	-
10	Membuka Beton dari Cetakan	-	24 jam
11	<i>Curing</i> Beton	Rendam dalam Kolam <i>Curing</i>	7, 14, dan 28 hari

### 3.5 Mix Design Agregat Buatan

Pembuatan dan standar prosedur yang digunakan peneliti untuk membuat agregat buatan ini bersumber dari jurnal. (Cornelis et al., 2019) dari penelitiannya menggunakan campuran geopolimer dengan tambahan pasir sungai dan *fly ash* kelas c sebagai bahan dasarnya. Sedangkan pada penelitian ini, peneliti menggunakan *fly ash* kelas f. Untuk komposisi campurannya peneliti akan mengikuti komposisi berdasarkan jurnal.

Tabel 3 3 Mix Design Komposisi Agregat Buatan

NO	Sample	Molar	Ratio	Ratio of	Ratio Vol	Sand	Fly Ash	Na <sub>2</sub> siO <sub>3</sub>	Naoh
			Na <sub>2</sub> siO <sub>3</sub> and Naoh	Alkalie/Flyash	Pasta Rm				
		M	(R)	A	1	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
1	GM10m30AIRm	10	2	30	1.25	153154	80192	16038	80.19
2	GM10m30AI.25Rm	10	2	30	1.5	1237.93	1002.4	2048	10624
3	GM10m30AISRm	10	2	30	2	944,31	120288	24058	120.29
4	GM10m30A2km	10	2	30	1	35708	160384	320.77	160385
5	GM10035AI Rm	10	2	35	1.25	153154	75725	17669	S8.345
6	GM10m3SAI .25km	10	2	35	1.5	1237.93	94686	22086	110.43
7	GM10m3SAISRm	10	2	35	2	94431	113587	26504	132.52
8	GM10m35LRm	10	2	35	1	35708	151449	35338	17669
9	GM 10m40AI Rm	10	2	35	1	153134	717.29	191.28	9564
10	GM10m40AI .25Rm	10	2	40	1.25	1237.93	89661	239.1	119.55
11	GM10m40AI.5Rm	10	2	40	1.5	94431	107593	286.92	143.46
12	GM10m40A2Rm	10	2	40	2	357.08	1434.58	38235	1912%

Sumber : (Cornelis et al., 2019)

### 3.6 Pengujian Agregat

Pada penelitian ini membahas langkah-langkah prosedur pengujian agregat sesuai dengan standar yang dibahas sebelumnya.

### 3.6.1 Pengujian Berat Jenis dan Daya Serap Air

#### 3.6.1.1 Agregat Kasar dan Halus

(Nasional, 2008) menjelaskan pada pelaksanaannya akan memberikan data yang mencakup berat jenis kering, berat jenuh kering, dan penyerapan air pada agregat.

##### a. Alat dan Bahan

1. Sampel agregat  $\pm 5 \text{ kg}$ .
2. Timbangan kapasitas minimum 20 kg.
3. Oven.
4. Wadah merendam agregat.
5. Wadah untuk menimbang agregat.
6. Timbangan gantung.

##### b. Pelaksanaan

1. Timbang agregat sampai 5 kg.
2. Oven agregat pada suhu  $\pm 110^\circ\text{C}$  selama 24 jam.
3. Diamkan sampel agregat 1—2 jam supaya suhu agregat normal.
4. Cuci dan rendam sampel agregat kedalam wadah yang sudah disiapkan selama 24 jam.
5. Setelah itu timbang menggunakan timbangan gantung sambil digoyangkan, agar gelembung udara yang terperangkap keluar.

##### c. Perhitungan

###### 1) Berat Jenis Curah Kering (Bulk Gravity)

Perhitungan berat jenis curah kering ini harus dilakukan pada temperatur agregat dan air  $23^\circ$ , dan dapat dihitung menggunakan persamaan

$$S_d = \frac{A}{B-C} \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana :

- Sd = Berat Jenis Curah Kering
- A = Berat Benda Uji Kering Oven (gram)
- B = Berat Benda Jenuh Kering dalam Udara (gram)
- C = Berat Benda Uji dalam Air (gram)

2) Berat Jenis Curah (Jenuh Kering Permukaan)

Sama seperti sebelumnya untuk melakukan pengujian ini suhu agregat dan air harus berada pada suhu 23°C.

$$\text{Berat Jenis Curah} = \frac{B}{B-C} \dots \dots \dots (3.2)$$

dimana :

- B = Berat Benda Jenuh Kering dalam Udara (gram)
- C = Berat Benda Uji dalam Air (gram)

3) Berat Jenis Semu

Rumus menentukan berat jenis semu ini dapat dilihat pada persamaan 3. Ketentuan dalam melakukan uji ini juga sama, yaitu dilakukan pada suhu 23°C.

$$\text{Berat Jenis Semu} = \frac{A}{A-C} \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana :

- A = Berat Benda Uji Kering Oven (gram)
- C = Berat Benda Uji dalam Air (gram)

4) Penyerapan Air

Rumus menentukan penyerapan air ini dapat dilihat pada persamaan 4. Ketentuan dalam melakukan uji ini juga sama, yaitu dilakukan pada suhu 23°C.

$$\text{Berat Jenis Semu} = \left[ \frac{B-A}{A} \right] \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

dimana :

- A = Berat Benda Uji Kering Oven (gram)
- B = Berat Benda Jenuh Kering dalam Udara (gram)

### 3.6.2 Pengujian Analisa Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan gradasi butiran agregat kasar dan halus, dimana sebagai acuan untuk menentukan komposisi dalam campuran beton (ASTM C 136, 2012). Pada pengujian ini akan persentase saringan tertahan, saringan lolos, dan indeks modulus kehalusan agregat.

#### 3.6.2.1 Agregat Kasar

##### a. Alat yang digunakan

- 1) Timbangan dengan ketelitian  $\pm 0.1 \text{ gram}$
- 2) Saringan sesuai dengan SNI-03-6866-2002
- 3) Oven yang dapat mempertahankan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$

##### b. Benda Uji

Tabel 3 4 Berat Minimum Benda Uji Agregat Kasar  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Ukuran nominal bukaan saringan		Massa minimum contoh uji	
mm	inci	kg	lb
9,5	3/8	1	2
12,5	1/2	2	4
19,0	3/4	5	11
25,0	1	10	22
37,5	1 <sup>1/2</sup>	15	33
50,0	2	20	44
63,0	2 <sup>1/2</sup>	35	77
75,0	3	60	130
90,0	3 <sup>1/2</sup>	100	220
100,0	4	150	330
125,0	5	300	660

##### c. Prosedur Pengujian

- 1) Oven benda uji sampai kering dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Dilakukan hingga mencapai suhu yang konstan.
- 2) Saring menggunakan cara manual atau alat. Penempatan saringan dimulai dari ukuran saringan paling besar di atas. Guncang saringan selama 15 menit.

### 3.6.2.2 Agregat Kasar

#### b. Alat yang digunakan

- 1) Timbangan dengan ketelitian  $\pm 0.1 \text{ gram}$
- 2) Saringan sesuai dengan SNI-03-6866-2002
- 3) Oven yang dapat mempertahankan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$

#### d. Bahan

- 1) Benda uji agregat kasar yang digunakan memiliki ukuran maksimum 4.76 mm dan berat minimum 500 gram.
- 2) Benda uji agregat kasar yang digunakan memiliki ukuran maksimum 2.38 mm dan berat minimum 100 gram.

#### e. Prosedur Pengujian

- 3) Oven benda uji sampai kering dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Dilakukan hingga mencapai suhu yang konstan.
- 4) Saring menggunakan cara manual atau alat. Penempatan saringan dimulai dari ukuran saringan paling besar di atas. Guncang saringan selama 15 menit.

### 3.6.3 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian ini akan menganalisis jumlah bahan dalam agregat yang lolos dalam saringan No. 200 (0.075 mm). Pengujian ini dilakukan setelah agregat dicuci sampai air cucian menjadi bersih atau jernih.

#### a. Peralatan

- 1) Pengujian dilakukan dua rangkap.
- 2) Agar mendapatkan hasil keseluruhan, maka pengambilan sampel harus dilakukan secara acak.
- 3) Saringan yang digunakan ada dua, yaitu saringan No. 16 (1.18 mm) ditempatkan paling atas dan saringan No. 200 (0.075 mm).
- 4) Timbangan dengan ketelitian 0.1%.
- 5) Oven yang dapat mempertahankan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$

#### b. Benda Uji

Ukuran Agregat Maksimum		Berat Benda
Ukuran Saringan	mm	GRAM
No.8	2.36	100
No.4	4.75	500
3/9	9.5	1000
3/4	19	2500
1 1/2	38.1	5000

Gambar 3. 1 Ketentuan Benda Uji Pengujian Kadar Lumpur

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 1996)

c. Prosedur Pengujian

- 1) Timbang benda uji, lalu masukan kedalam wadah.
- 2) Masukan air kedalam wadah untuk membersihkan agregat.
- 3) Tuangkan air kedalam saringan dan jangan sampai agregat yang dicuci ikut tersaring.
- 4) Oven agregat yang sudah dicuci hingga mendapatkan berat konstan.

d. Perhitungan

- 1) Berat Benda Uji Kering Awal

$$W3 = W1 - W2 \dots \dots \dots (3.5)$$

- 2) Berat Benda Uji Setelah dicuci

$$W5 = W4 - W2 \dots \dots \dots (3.6)$$

- 3) Bahan yang Lolos Saringan No. 200

$$W6 = \frac{W3 - W5}{W3} \times 100\% \dots \dots \dots (3.7)$$

dimana :

W1 = Berat kering benda uji dan wadah (gram)

W2 = Berat wadah (gram)

W3 = Berat kering benda uji awal (gram)

W4 = Berat kering setelah cuci benda uji dan wadah (gram)

W5 = Berat kering benda uji setelah cuci (gram)

W6 = Persentase bahan lolos saringan No. 200

3.6.4 Pengujian Berat Isi Agregat

Pengujian ini diatur dalam SNI 03-4804-1998, mengenai pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat. Spesifikasi pengujiannya sebagai berikut :

a. Alat

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram dan beban dapat menampung beban sebesar 20 kg.
- 2) Batang baja untuk menusuk dengan panjang 610 mm, diameter 16 mm, serta ujung tumpul setengah lingkaran.
- 3) Alat penakar berbentuk silinder yang kedap air dengan spesifikasi sesuai dengan Tabel 3.5

Tabel 3.5 Tabel Kapasitas Penakar untuk Agregat  
Sumber : (SNI 03-4804-1998, 1998)

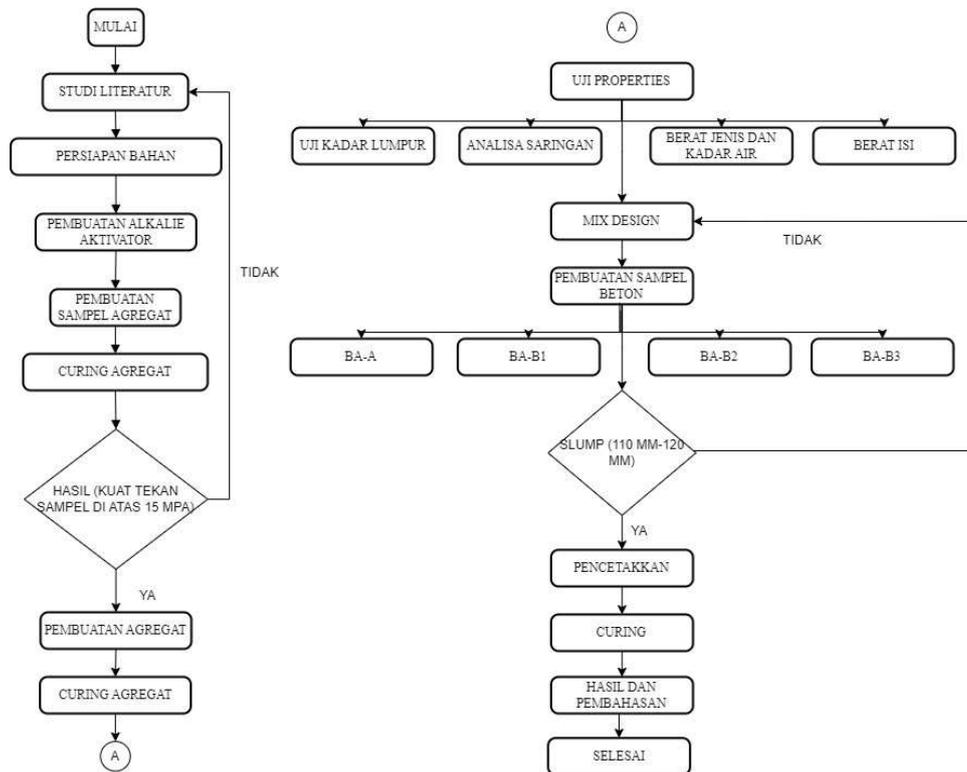
Ukuran Besar Beton Nominal (mm)	Kapasitas Maksimum Penakar (Liter)
12.5	2.8
25	9.3
37.5	14
75	28
112	70
150	100

b. Prosedur Pengujian

- 1) Isi penakar sepertiga volume penuh dan ratakan menggunakan batang penusuk.
- 2) Tusuk lapisan sebanyak 25 kali.
- 3) Isi lagi 2 dua per tiga volume sisa pada penakar, kemudian ratakan menggunakan batang besi.
- 4) Catat berat penakar dan agregat.
- 5) Catat berat benda uji dengan ketelitian 0.05 kg.

### 3.7 Analisis Data

Penelitian ini akan memperoleh hasil berupa perbandingan kuat tarik antara beton substitusi 100% agregat buatan dan beton tanpa substitusi agregat (beton normal).



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian