

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Proses ilmiah mengumpulkan data untuk tujuan tertentu disebut metode penelitian. Kegiatan penelitian yang dilakukan harus didasarkan pada ciri-ciri keilmuan, antara lain rasional, empiris, dan metodologis.

Metode eksperimen merupakan strategi penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini. Menurut Sugiyono (2008), penelitian eksperimental adalah jenis penelitian yang menguji efek terapi tertentu pada subjek dalam lingkungan yang dipantau secara cermat.

Untuk menarik kesimpulan mengenai dampak substitusi agregat kasar menggunakan limbah, maka metode eksperimen pada penelitian ini adalah dengan membandingkan kuat tekan beton rencana ($f_c = 30$ MPa) sebagai kontrol dengan beton eksperimen yang mensubstitusi pecahan limbah marmer dengan pecahan kasar, agregat dan asap silika untuk semen. Pada kuat tekan beton, silika fume digunakan untuk menggantikan semen dan marmer.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri Universitas Pendidikan Indonesia di Jl. Dr. Setiabudi no 207 Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat, Indonesia.

3.3 Sampel Penelitian

Adapun jumlah sampel yang akan digunakan sebanyak 54 sampel untuk uji kuat tekan. Beton dibuat berdasarkan substitusi pecahan limbah marmer dan *silica fume* yang digunakan, yaitu ; 0%+10% ; 15%+10% ; 30%+10% ; 45%+10% dan 60%+10% dari volume total agregat kasar dan semen pada campuran beton. Untuk mempermudah penamaan beton, digunakan kode sebagai berikut.

BN = Beton Normal

BSF = Beton Silica Fume

BSFM = Beton Silica Fume Marmer

Tabel 3. 1 Jumlah Sampel Penelitian untuk Uji Kuat Tekan

Klasifikasi	Jumlah Pengujian Kuat Tekan			Jumlah Sampel
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
BN (Kontrol)	3	3	3	9
Beton Eksperimen :				
BSF	3	3	3	9
BSFM 15%	3	3	3	9
BSFM 30%	3	3	3	9
BSFM 45%	3	3	3	9
BSFM 60%	3	3	3	9
Jumlah				54

3.4 Bahan Penelitian

Data bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) Semen

Semen portland yang digunakan merupakan semen PCC yaitu semen tiga Roda.

2) Agregat Halus (Pasir)

Pasir beton dari daerah Galunggung merupakan agregat halus yang dimanfaatkan. Sejumlah uji material dilakukan untuk memastikan sifat agregat halus sebelum menerapkan desain campuran beton. Tabel 3.2 menampilkan hasil pengujian material agregat halus.

Tabel 3. 2 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air	6,27%
2	Berat isi	1587 kg/m ³
3	Modulus halus butir	2,71
4	Kadar lumpur	4,51%
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2.69
6	<i>Bulk specific gravity</i> kondisi kering	2.05
7	<i>Bulk specific gravity</i> kondisi SSD	2.29
8	Persentase absorpsi air	11.61%

3) Agregat Kasar (Batu Pecah)

Batu pecah berukuran 1x2 cm dari Galunggung digunakan sebagai agregat kasar. Agregat kasar mempunyai ukuran nominal 20 mm. Sejumlah pengujian material dilakukan untuk memastikan sifat-sifat agregat kasar sebelum menerapkan desain campuran beton. Tabel 3.3 dibawah ini menampilkan hasil pengujian material agregat kasar:

Tabel 3. 3 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air	7.25%
2	Berat isi	1321 kg/m ³
3	Modulus halus butir	7.54
4	Nilai keausan	29.64%
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2.57
6	<i>Bulk specific gravity</i> kondisi kering	2.16
7	<i>Bulk specific gravity</i> kondisi SSD	2.32
8	Persentase absorpsi air	7.40%

4) Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri Universitas Pendidikan Indonesia.

5) *Silica Fume*

Bahan tambah *Silica Fume* didapatkan melalui toko online Tokopedia dari PT. Nusa Keramindo Niaga. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

SiO₂ : 94%
 Color : Dark Grey
 Bulk Density : 250-400 kg/m³
 PH Value : 6-8



Sumber : Dokumentasi Penelitian, 2024

Gambar 3. 1 *Silica Fume*

6) Pecahan Marmer

Bahan pecahan marmer didapatkan dari salah satu pabrik lokal di daerah Padalarang, Kab. Bandung Barat..



Gambar 3. 2 Pecahan Marmer

Hasil pengujian material agregat kasar disajikan dalam Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3. 4 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Kasar Pecahan Marmer

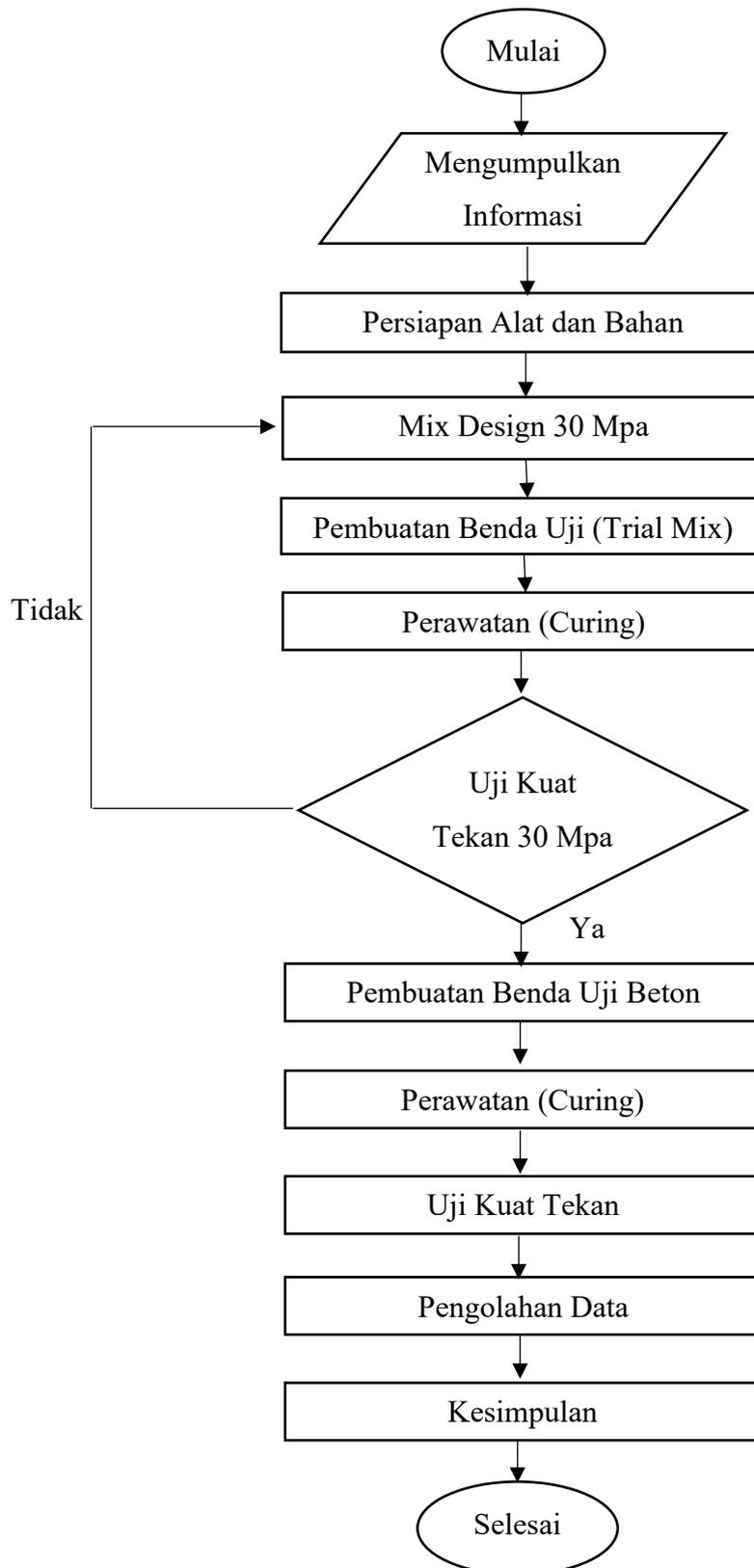
No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air	3.91%
2	Berat isi	1364 kg/m ³
3	Modulus halus butir	7.51

No	Pengujian	Hasil
4	Nilai keausan	27.26%
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2.77
6	<i>Bulk specific gravity</i> kondisi kering	2.51
7	<i>Bulk specific gravity</i> kondisi SSD	2.61
8	Persentase absorpsi air	3.81%

3.5 Prosedur Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi agregat kasar dan semen dengan pecahan limbah marmer dan silika fume terhadap kuat tekan beton. Caranya dengan membandingkan kuat tekan beton dengan kuat tekan rencana, $f_c = 30$ MPa, sebagai kontrol, dan dengan beton percobaan yang menggunakan ketiganya.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan berbagai sumber, antara lain bahan dari buku dan jurnal penelitian terdahulu tentang penelitian beton sebagai pengganti silika fume dan limbah pecahan marmer, serta informasi dari regulasi seperti SNI dan ASTM.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

3.5.1 Perencanaan Campuran Beton f'c 30 MPa

Beton yang bertindak sebagai kelompok kontrol ditentukan memiliki kekuatan tekan (f'c) sebesar 30 MPa. Perancangan beton f'c 30 MPa menggunakan metode SNI 7656-2012. Hasil perancangan campuran beton f'c 30 MPa per sampel pada pada tabel berikut.

Tabel 3. 5 Hasil Perancangan Campuran

No	Bahan	Jumlah	Satuan
1	Semen	0.767	kg
2	Air	0.377	kg
3	Agregat Halus Kondisi SSD	0.946	kg
4	Agregat Kasar Kondisi SSD	1.243	kg

3.5.2 Pengecoran

Adalah tata cara menggabungkan bahan-bahan untuk membuat benda uji yang terbuat dari beton. Sesuai dengan SNI 2493:2011, dilakukan pencampuran.

3.5.3 Pembuatan dan Persiapan Benda Uji

Membangun benda uji sesuai SNI 2493:2011 untuk memverifikasi kekuatan beton.

3.5.4 Perawatan (Curing)

Kehati-hatian dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami hambatan. Jika hal ini terjadi, hilangnya air secara cepat akan menyebabkan beton retak. Pemeliharaan beton dilakukan sesuai dengan SNI 2493:2011..

3.5.5 Pengujian Berat Jenis

Untuk mengetahui nilai berat jenis beton yang diproduksi maka dilakukan pengujian berat jenis. Berat beton ditentukan dengan menghitung volumenya untuk melakukan pengujian. Nilai berat jenis dapat dihitung dengan membagi massa dengan volume.

Adapun rumus perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$y = \frac{W}{X}$$

Keterangan:

y : Berat Jenis (kg/m³)

W : Berat Sampel Beton (kg)

X : Volume Beton (m³)

3.5.6 Pengujian Kuat Tekan Trial Mix

Uji kuat tekan beton yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Teknologi dan Pendidikan Vokasi, dilakukan oleh tiga orang terhadap material yang telah berada di dalamnya selama 14 hari. Dengan hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 3. 6 Hasil Uji Kuat Tekan Trial Mix

Hari	Sampel	Berat	Berat Jenis	Luas (cm)	KN	Mpa	Konversi	Rata-Rata
14	1	3.559	2.262	78.540	207.5	26.420	30.022	30.15
	2	3.537	2.210	78.540	205.4	26.152	29.719	
	3	3.542	2.249	78.540	212.2	27.018	30.702	