

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Dasuki Jaya Beton Kampung Gunung Menong Jl.Raya Desa Cikunir Kec.Singaparna Kab.Tasikmalaya Jawa Barat.



Gambar 3.1 Lokasi Laboratorium Penelitian

(Sumber : Google Earth, 2023)

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian dapat didefinisikan sebagai cara atau tahapan untuk mencapai tujuan dari penelitian yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium. Berikut adalah tahapan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Studi literatur dan pengumpulan data
2. Persiapan alat dan bahan
3. Pengujian bahan
4. Pembuatan benda uji
5. Pengujian benda uji (uji kuat tekan)
6. Menganalisa data yang diperoleh dari pengujian
7. Kesimpulan dan saran

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Adapun data-data yang diperlukan untuk melengkapi kebutuhan dalam penelitian ini yaitu diperoleh dari :

a. Literatur

Mencari dan mempelajari buku-buku literatur tentang teknologi beton dan pengujiannya. Dalam studi literatur diperoleh teori-teori yang dapat membantu untuk melengkapi tugas akhir ini.

b. Praktek di Laboratorium

Data yang dibutuhkan adalah data hasil dari uji tekan beton yang dapat diperoleh dari melakukan pengujian di laboratorium

3.4 Persiapan Bahan

Persiapan bahan-bahan atau material penyusun beton merupakan langkah pertama yang harus dilakukan pada saat melakukan penelitian di Laboratorium.

Berikut ini adalah bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini :

a. Semen Portland



Gambar 3.2 Semen Portland Tipe I

b. Agregat Kasar



Gambar 3.3 Agregat Kasar

c. Agregat Halus



Gambar 3.4 Agregat Halus

d. Air



Gambar 3.5 Air

e. Serbuk Kayu



Gambar 3.6 Serbuk Kayu

f. *Superplasticizer*



Gambar 3.7 *Superplasticizer*

3.5 Persiapan Peralatan

Peralatan-peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

:

- a. Satu set saringan dan *Shieve shaker*



Gambar 3.8 Satu Set Saringan dan *Shieve Shaker*

Satu set saringan berfungsi untuk pembagian butiran (gradasi) agregat kasar maupun halus dengan ukuran jaring-jaring yang bervariasi. *Shieve shaker* berfungsi untuk menggoyangkan saringan agar mempermudah pekerjaan.

- b. Timbangan Digital

(a)



Gambar 3.9 Timbangan Digital Kapasitas 5 kg

(b)



Gambar 3.10 Timbangan Digital Kapasitas 50 kg

Timbangan berfungsi untuk menimbang berat sampel agar sesuai dengan yang dibutuhkan.

c. Sekop



Gambar 3.11 Sekop

Sekop berfungsi untuk memindahkan bahan-bahan dan mengaduk campuran beton.

d. *Concrete Mixer*



Gambar 3.12 *Concrete Mixer*

Alat untuk mengaduk semua bahan-bahan yang sudah dicampur.

e. Tramping rod



Gambar 3.13 Tramping Rod

Alat dari besi yang berfungsi untuk menusuk campuran beton agar padat dan merata saat dimasukan ke dalam cetakan atau Ketika pengujian *slump*.

f. Cetakan



Gambar 3.14 Cetakan Silinder

Cetakan yang digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder.

g. *Vertical Cylinder Capping Set*Gambar 3.15 *Vertical Cylinder Capping Set*

Vertical Cylinder Capping Set digunakan untuk meratakan bagian ujung beton berbentuk silinder berdiameter 15 cm. berdasarkan standar proses *capping* pada sampel beton bertujuan untuk menyeragamkan permukaan pembebanan pada saat dilakukan pengujian kuat tekan berdasarkan ASTM C-617

h. Gelas Ukur



Gambar 3.16 Gelas Ukur

Gelas ukur adalah alat laboratorium umum yang digunakan untuk mengukur volume cairan.

i. Oven



Gambar 3.17 Oven

Oven berfungsi untuk mengeringkan sampel batuan seperti agregat kasar atau agregat halus.

j. *Compression Testing Machine*



Gambar 3.18 Alat Uji Kuat Tekan

Alat pengujian untuk mengetahui kekuatan bahan yang dipakai dengan cara bahan yang akan diuji lalu di tekan sampai sampel tersebut retak.

3.6 Pengujian Bahan

Untuk mengetahui sifat-sifat bahan penyusun beton maka dilakukan pemeriksaan atau pengujian. Dengan adanya pengujian bahan-bahan di Laboratorium maka perencanaan campuran beton (*mix design concrete*) akan lebih akurat sehingga proporsi campuran yang direncanakan dapat digunakan dan menghasilkan beton dengan kualitas yang sesuai dengan kebutuhan. Hasil dari pengujian bahan pada penelitian ini tercantum pada lampiran.

3.6.1 Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air agregat Kasar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui angka berat jenis curah, berat jenis kering permukaan dan berat jenis semu serta besarnya angka penyerapan air pada agregat kasar. Pengujian berat jenis agregat diperlukan untuk perencanaan campuran berdasarkan berat karena lebih teliti dibandingkan dengan perbandingan volume. Angka penyerapan digunakan untuk menghitung perubahan berat dari suatu agregat akibat air yang menyerap ke dalam pori di antara partikel utama dibandingkan dengan pada saat kondisi kering. Berikut ini adalah peralatan, bahan serta prosedur untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air :

A. Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

- Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (No. 6) atau 2,36 mm (No. 8);
- Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan.
Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa sehingga permukaan air selalu tetap.
- Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang;
- Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- Alat pemisah;
- Saringan no. 4 (4,75 mm)

B. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah batu split $\frac{1}{2}$

C. Prosedur Pengujian

Tahapan pelaksanaan pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Rendam benda uji dalam suatu ember dengan air selama 24 jam.
2. Keringkan Benda uji hasil rendaman hingga didapat kondisi kering permukaan SSD dengan menggunakan kain lap;
3. Timbang benda uji SSD;
4. Siapkan benda uji sebanyak 2 x 2000 gram untuk 2 sampel;
5. Atur kesetimbangan air dan keranjang pada Dunagan Test Set sampai jarum menunjukan setimbang pada saat kondisi air tenang;

6. Masukkan benda uji yang telah mencapai kondisi SSD ke dalam keranjang berisi air;
7. Timbang berat air + keranjang + kering;
8. Keluarkan benda uji lalu dikeringkan di dalam oven selama 24 jam;
9. Timbang berat kerikil yang telah diovenkan;
10. Ulangi prosedur untuk sampel kedua.

D. Perhitungan

Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dapat dihitung dengan rumus :

1. Berat jenis curah (*Bulk Specific Gravity*) :

$$\frac{A}{B - C} \quad (3.1)$$

2. Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*)

$$\frac{B}{B - C} \quad (3.2)$$

3. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) :

$$\frac{A}{A - C} \quad (3.3)$$

4. Penyerapan air :

$$\frac{B - A}{A} \times 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan :

A = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

C = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

3.6.2 Analisa Saringan Agregat Kasar

Analisa saringan agregat kasar bertujuan untuk menentukan gradasi material berupa agregat. Hasil tersebut biasanya digunakan untuk menentukan pemenuhan ukuran distribusi partikel dengan syarat-syarat spesifikasi yang dapat dipakai. Data tersebut dapat pula berguna khususnya yang terkait dengan porositas dan pengepakan (*porosity and packing*). Berikut ini adalah peralatan, bahan serta prosedur untuk pengujian analisis saringan :

A. Peralatan

- *Sieve shaker machine*
- Timbangan
- 1 set ayakan
- Oven

B. Bahan

Bahan yang digunakan adalah batu split kering oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$

C. Prosedur Pengujian

1. Siapkan benda uji sebanyak 2 sampel masing-masing 1000 gr
2. Susun ayakan dari atas ke bawah, dengan saringan yang memiliki bukaan lebih besar ditempelkan di bagian atas.
3. Letakan ayakan yang sudah disusun tersebut diatas *sieve shaker machine*
4. Masukkan sampel 1 pada ayakan yang paling atas lalu ditutup rapat dan dikunci,
5. Hidupkan mesin dan atur stopwatch selama 15 menit.
6. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan
7. Catat hasilnya dan hitung *fine modulus*
8. Ulangi tahapan diatas pada sampel kedua

D. Perhitungan

$$FM = \frac{\sum \text{Berat kumulatif tertinggal (\%)}}{100}$$

Dimana FM = *Fine modulus* agregat kasar

3.6.3 Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat isi agregat kasar dalam kondisi padat atau gembur. Angka berat isi ini nantinya akan digunakan untuk menentukan kebutuhan agregat kasar dalam campuran beton. Berikut ini adalah peralatan, bahan serta prosedur untuk pengujian berat isi :

A. Peralatan

- Timbangan
- Wadah berbentuk silinder
- Besi penusuk (diameter 16 mm, Panjang 610mm)
- Sekop kecil

B. Bahan

Bahan yang digunakan adalah batu pecah ½ kering oven atau kering permukaan

C. Prosedur pengujian

1. Kondisi padat :

- Timbang wadah berbentuk silinder dan catat beratnya
- Isi sepertiga wadah tersebut dengan batu pecah yang sudah disiapkan dan ratakan menggunakan besi
- Tusuk permukaan batu pecah dengan 25x tusukan dengan besi
- Tambah lagi batu pecah hingga dua per tiga dari volume wadah kemudian ratakan dan tusuk seperti diatas
- Tambahkan lagi batu pecah hingga wadah terisi penuh lalu tusuk kembali
- Ratakan permukaan batu pecah menggunakan besi
- Timbang beratnya
- Hitung berat isi agregat menggunakan rumus

2. Kondisi gembur :

- Isi penakar dengan agregat memakai sekop kecil secara berlebihan
- Hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat;
- Ratakan permukaan dengan batang perata;
- Tentukan berat wadah dan isinya;
- Catat beratnya
- Hitung berat isi agregat kasar dengan menggunakan rumus yang sama dengan kondisi padat

D. Perhitungan

$$M = \frac{(G-T)}{V} \quad (3.5)$$

Keterangan :

M : Berat isi agregat (kg/m^3)

G : Berat agregat dan wadah (kg)

T : Berat wadah (kg)

V : Volume wadah (m^3)

3.6.4 Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Berat jenis agregat adalah berat dalam satu satuan tempat tertentu pada kondisi gembur maupun kondisi padat. Adapun hal yang perlu diperhitungkan pada pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus adalah sebagai berikut:

A. Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

- Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih ketelitian 0,1 gr.
- Piknometer kapasitas 500 ml.
- Kerucut terpancang, yang berdiameter bagian atas (40 ± 3) mm bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm.
- Batang penumbuk, berat (340 ± 15) gram, berdiameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm.
- Saringan No 4 (4,75 mm).
- Oven, yang dilengkapi pengaturan suhu panas sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- Pengukur suhu dengan ketelitian 1°C .
- Talam.
- Bejana tempat air.
- Pompa hampa udara
- Desikator

B. Bahan

Bahan yang digunakan berupa agregat halus (pasir galunggung).

C. Prosedur Pengujian

Tahapan pelaksanaan pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu panas $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap ; kemudian rendamlah dalam air selama (24 ± 4) jam.
2. Buang air secara perlahan, jangan ada butiran yang ikut terbuang, simpan agregat diatas talam, keringkan diudara panas dengan cara membolak balikan benda uji, melakukan pengeringan sampai tercapai dalam keadaan kering permukaan jenuh.

3. Jika sudah dalam keadaan kering permukaan jenuh lalu isikan benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung ; jika dalam keadaan kering permukaan jenuh tercapai maka benda uji akan runtuh bila masih dalam keadaan tercetak maka agregat harus dikeringkan kembali.
4. Setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh segera masukkan 500 gr benda uji ke piknometer, masukkan air suling sampai mencapai 90% dari isi piknometer, putar piknometer dan sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya; untuk mempercepat proses ini dapat dipergunakan pompa hampa udara tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terhisap.
5. Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25°C.
6. Tambahkan air sampai tanda batas.
7. Lalu timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt).
8. Keluarkan benda uji, dan masukan ke dalam oven dengan suhu (110±5)°C sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji.
9. Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (Bk).
10. Hitung berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air gunakan penyesuaian dengan suhu standar 25°C.

D. Perhitungan

Berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dihitung dengan rumus :

1. Perhitungan berat jenis curah (*bulk specific gravity*) dengan rumus :

$$S_d = \frac{BK}{(B+B_j-B_t)} \quad (3.1)$$

2. Perhitungan berat jenis kering-permukaan jenuh (*saturated surface dry*) dengan rumus :

$$S_s = \frac{B_j}{(B+B_j-B_t)} \quad (3.2)$$

3. Perhitungan berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dengan rumus :

$$S_a = \frac{BK}{(B+B_j-B_t)} \quad (3.3)$$

4. Perhitungan penyerapan agregat halus dengan rumus :

$$S_w = \frac{B_k - B_K}{B_k} \times 100\% \quad (3.4)$$

Dimana :

B_k = Berat benda uji kering oven (gram).

B = Berat piknometer berisi air (gram).

B_t = Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram).

B_j = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram).

3.6.5 Analisa Saringan Agregat Halus

A. Peralatan

- Mesin pengguncang saringan (*shieve shaker*)
- Saringan (diameter 9,25; 4,76; 2,36; 1,18; 0,6; 0,25; 0,5; 0,074 mm)
- Timbangan atau neraca dengan ketelitian 0.01 gram.
- Timbangan buah dengan ketelitian 100 gram.
- Oven
- Cawan

B. Bahan

Bahan berupa agregat halus (pasir galunggung)

C. Prosedur pengujian

1. Saringan dan pan yang digunakan dibersihkan terlebih dahulu, lalu masing-masing saringan ditimbang, kemudian disusun sesuai standar.
2. Benda uji dikeringkan dalam oven selama 24 jam dengan suhu $110 \pm 5^\circ\text{C}$, setelah kering tanah diambil dan bagian yang menggumpal di buyarkan kemudian ditimbang menggunakan timbangan yang disediakan.
3. Kemudian benda uji dimasukkan ke dalam saringan lalu ditutup.
4. Penjepit susunan saringan yang dikencangkan agar agregat dalam saringan tidak ada yang tumpah.
5. Motor penggerak mesin pengguncang dihidupkan selama ± 15 menit kemudian mesin dimatikan dan biarkan 5 menit untuk mengedepankan debu di dalamnya.
6. Masing-masing saringan beserta benda uji yang tertahan didalamnya ditimbang menggunakan timbangan, demikian dengan pan beserta isinya.

3.6.6 Berat Isi Agregat Halus

Berat isi adalah perbandingan berat isi yang digunakan untuk mengkonversikan dari berat menjadi volume, pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat.

A. Peralatan

- Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
- Talam yang cukup besar untuk mengeringkan agregat contoh.
- Tongkat pemadat diameter 15 mm dan panjang 60 cm dengan ujung bulat sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
- Mistar perata.
- Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder diameter 15 cm dan ketinggian 30 cm.

B. Bahan

Pasir secukupnya dimasukkan ke oven untuk ditimbang supaya beratnya tetap atau konstan.

C. Prosedur pengujian

Prosedur pelaksanaan pengujian berat isi adalah sebagai berikut:

1. Timbang dan catatlah beratnya silinder kosong = W_1 .
2. Masukkan pasir dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butiran dari ketinggian maksimum 5 cm ($1/3$ bagian silinder) diatas wadah dengan menggunakan sekop sampai terisi penuh.
3. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
4. Timbanglah dan catat berat wadah dan benda ujinya = W_2

D. Prosedur perhitungan berat isi

$$1. \text{ Hitung berat benda uji } W_3 = W_1 - W_2 \text{ (kg).} \quad (3.5)$$

$$2. V = \text{volume dari silinder (m}^3\text{).}$$

$$3. \text{ Perhitungan berat isi } = \frac{W_3}{V} \text{ (kg/m}^3\text{).} \quad (3.6)$$

3.3.7 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan atau mengetahui kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus dengan cara pengujian di laboratorium. Adapun hal yang perlu diperhatikan pada pengujian kadar lumpur adalah :

A. Peralatan

- Gelas ukur 1000 ml.
- Timbangan digital.

B. Bahan

- Pasir lolos ayakan 0,063 mm sebanyak 230 ml.
- Air bersih.

C. Prosedur pengujian

1. Masukkan pasir sebanyak 230 ml ke dalam gelas ukur.
2. Lalu masukan lagi air sebanyak 70 ml ke gelas ukur nya.
3. Diamkan selama 24 jam.
4. Lihat dan analisa volume pasir dan lumpur nya.

D. Perhitungan kadar lumpur

Cara perhitungan kadar lumpur adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{v_1}{v_1 + v_2} \times 100\% \quad (3.7)$$

Dimana :

V1 = volume lumpur pada gelas ukur (ml)

V2 = volume pasir pada gelas ukur (ml)

3.7 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan dari penyusun beton. Proporsi bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan campuran (*mix design*). *Mix design* dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi persyaratan secara teknis dan ekonomis.

Dalam pelaksanaan perencanaan ini, ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Nilai-nilai yang perlu diketahui sebelum perhitungan yaitu kuatkan yang disyaratkan dalam penelitian ini adalah $f'_c = 20$ MPa pada umur 28 hari. Komposisi bahan campuran tersebut harus sesuai standar agar beton yang dihasilkan dapat sesuai dengan target yang diinginkan.

Untuk itu pada penelitian ini berpedoman pada Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa (SNI 7656;2012).

3.8 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dengan cara mencampurkan bahan-bahan penyusun beton agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Tahapan pencampuran bahan-bahan penyusun beton perlu diperhatikan pada saat pembuatan benda uji, karena akan berpengaruh terhadap beton yang dihasilkan. Berikut ini adalah tahapan pembuatan benda uji :

1. Persiapan

Sebelum pelaksanaan penuangan beton dilaksanakan, hal-hal yang dilakukan adalah membersihkan semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkutan beton, membersihkan cetakan benda uji dan melapisi cetakan tersebut dengan minyak untuk memudahkan penumbukan benda uji.

2. Penakaran

Proses untuk mengukur proporsi dari material beton sebelum dimuat ke dalam pengadukan (*mixer*). Besarnya proporsi masing-masing bahan didapat dari perencanaan campuran (*mix design*). Proses penakaran yang paling akurat adalah dengan menimbanginya

3. Pengadukan

Setelah didapat komposisi yang direncanakan, maka proses selanjutnya adalah pencampuran di lapangan. Material harus dicampur sampai terdistribusi rata. Ini akan terlihat pada warna dan konsistensi serta harus seragam dengan takaran sebelumnya. Umumnya material yang dimasukan terlebih dahulu adalah agregat kasar dulu, kemudian semen. Air ditambahkan terakhir. Alasannya, waktu hopper dijungkirkan untuk mengeluarkan isinya, bahan yang masuk pertama kali akan keluar belakangan. Oleh karenanya lebih baik jika agregat kasar dapat mendorong semen yang ada di depannya

4. Penuangan

Penuangan beton segar kedalam cetakan dilakukan secara manual atau bisa menggunakan mesin vibrator, tujuan pengecoran adalah untuk pemeriksaan kekuatan beton.

Peralatan yang digunakan :

- Cetakan silinder dengan ukuran 15 x 30 cm,

- Tongkat pemadat, diameter 16 mm, panjang 60 cm, terbuat dari baja tahan karat.
- Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk,
- Satu set alat pelapis (capping),
- Peralatan tambahan : ember, skop, sendok perata, dan talam.

Prosedur pencetakan sebagai berikut :

1. Cetakan diolesi dengan minyak/oli agar beton mudah dilepas dari cetakan.
 2. Adukan beton diambil dan dituangkan kedalam talam baja
 3. Cetakan diisi dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap- tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata,
 4. Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan.
5. Perawatan (*curing*)

Perawatan dilakukan dengan cara merendam benda uji di dalam penampungan selama umur yang direncanakan.

3.9 Uji *Slump*

Konsistensi/keleccakan pada adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian slump yang didasarkan pada SK SNI 1972 :2008. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang padakedua ujungnya, yang disebut kerucut Abrams. Bagian atas berdiameter 10 cm, bagian bawah berdiameter 20 cm dan tinggi 30 cm. Berikut ini adalah langkah kerja untuk pengujian *slump* :

1. Basahi cetakan dan letakkan di atas permukaan datar, lembab, tidak menyerap air dan kaku. Cetakan harus ditahan secara kokoh di tempat selama pengisian, oleh operator yang berdiri di atas bagian injakan. Segera isi cetakan dalam tiga lapis, setiap lapis sepertiga dari volume cetakan.
2. Padatkan setiap lapisan dengan 25 tusukan menggunakan batang pemadat. Sebarkan penusukan secara merata di atas permukaan setiap lapisan. Padatkan lapisan kedua dan lapisan atas seluruhnya hingga kedalamannya, sehingga penusukan menembus batas lapisan di bawahnya.
3. Dalam pengisian dan pemadatan lapisan atas, lebihkan adukan beton di atas cetakan sebelum pemadatan dimulai. Bila pemadatan menghasilkan beton turun di bawah ujung atas cetakan, tambahkan adukan beton untuk tetap

menjaga adanya kelebihan beton pada bagian atas dari cetakan. Setelah lapisan atas selesai dipadatkan, ratakan permukaan beton pada bagian atas cetakan dengan cara mengelindingkan batang penusuk di atasnya. Lepaskan segera cetakan dari beton dengan cara mengangkat dalam arah vertikal secara-hati-hati. Angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan, dalam waktu tidak lebih dari 2 ½ menit.

4. Setelah beton menunjukkan penurunan pada permukaan, ukur segera slump dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas cetakan dan bagian pusat permukaan atas beton. Bila terjadi keruntuhan atau keruntuhan geser beton pada satu sisi atau sebagian massa beton, abaikan pengujian tersebut dan buat pengujian baru dengan porsi lain dari contoh.

3.10 Jumlah Sampel beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Variasi persentase pemakaian bahan tambah yang digunakan yaitu 0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dari berat agregat halus. Jumlah sampel yang digunakan untuk uji kuat tekan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jumlah sampel pada pengujian Kuat tekan :

No	Variasi	Waktu pengujian			Jumlah Sampel
		7 hari	14 hari	28 hari	
1	0%	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
2	1%	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
3	1,5%	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
4	2%	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
5	2,5%	3 buah	3 buah	3 buah	9 buah
Total					45 buah

3.11 Pengujian Beton

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji kuat tekan.

3.11.1 Pengujian Kuat Tekan

Pada penelitian ini tata cara pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 1974:2011. Berikut ini adalah langkah pelaksanaannya :

1. Perlakuan benda uji

Benda uji yang dirawat lembab harus dilakukan sesegera mungkin setelah pemindahan dari tempat pelembaban. Benda uji harus dipertahankan dalam kondisi lembab dengan cara yang dipilih selama periode antara pemindahan dari tempat pelembaban dan pengujian. Benda uji harus diuji dalam kondisi lembab pada temperatur ruang.

2. Toleransi waktu pengujian

Berikut ini adalah toleransi waktu yang diizinkan :

Tabel 3.2 Toleransi Waktu yang Diizinkan

Umur uji	Waktu yang diizinkan
12 jam	± 15 menit atau 2,1 %
24 jam	± 30 menit atau 2,1 %
3 hari	± 2 jam atau 2,8 %
7 hari	± 6 jam atau 3,6 %
28 hari	± 20 jam atau 3,0 %
90 hari	± 2 hari atau 2,2 %

(Sumber : SNI 1974:2011)

3. Penempatan benda uji

Letakkan landasan tekan datar bagian bawah, dengan permukaan kerasnya menghadap ke atas pada meja atau bidang datar mesin uji secara langsung di bawah blok setengah bola. Bersihkan permukaan landasan tekan atas, landasan tekan bawah dan permukaan benda uji kemudian letakkan benda uji pada landasan tekan bawah.

- Lakukan verifikasi nilai nol dan dudukan landasan sebelum pengujian, pastikan penunjuk beban sudah menunjukkan nol. Dalam hal penunjuk tidak sempurna menunjukkan nol, atur penunjuk. Pada saat landasan atas yang didudukan pada setengah bola diturunkan untuk membebani benda uji, putar bagian yang dapat bergerak perlahan-lahan dengan tangan sehingga dudukan yang rata tercapai.
- Teknik yang digunakan untuk melakukan verifikasi dan mengatur penunjuk beban nol akan beragam tergantung pada pembuat mesin. Pelajari

manual atau alat kalibrasi mesin tekan untuk mendapatkan teknik yang benar.

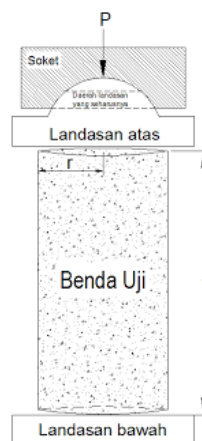
4. Rentang beban

Lakukan pembebanan secara terus menerus dan tanpa kejutan :

- Untuk mesin penguji tipe ulir, kepala mesin tekan yang bergerak harus bergerak pada kecepatan mendekati 1,3 mm/menit, pada saat mesin bergerak tanpa beban. Untuk mesin yang digerakan secara hidrolis, beban harus diberikan pada kecepatan gerak yang sesuai dengan kecepatan pembebanan pada benda uji dalam rentang 0,15 MPa/detik sampai dengan 0,35 MPa/detik. Kecepatan gerak yang ditentukan harus dijaga minimal selama setengah pembebanan terakhir dari fase pembebanan yang diharapkan dari siklus pengujian;
- Selama periode $\frac{1}{2}$ (setengah) pertama dari 1 (satu) fase pembebanan yang diharapkan, pembebanan yang lebih cepat diperbolehkan;
- Jangan membuat perubahan pada kecepatan gerak dari dasar mendatar kapanpun saat benda uji kehilangan kekakuan secara cepat sesaat sebelum hancur.

5. Pembebanan

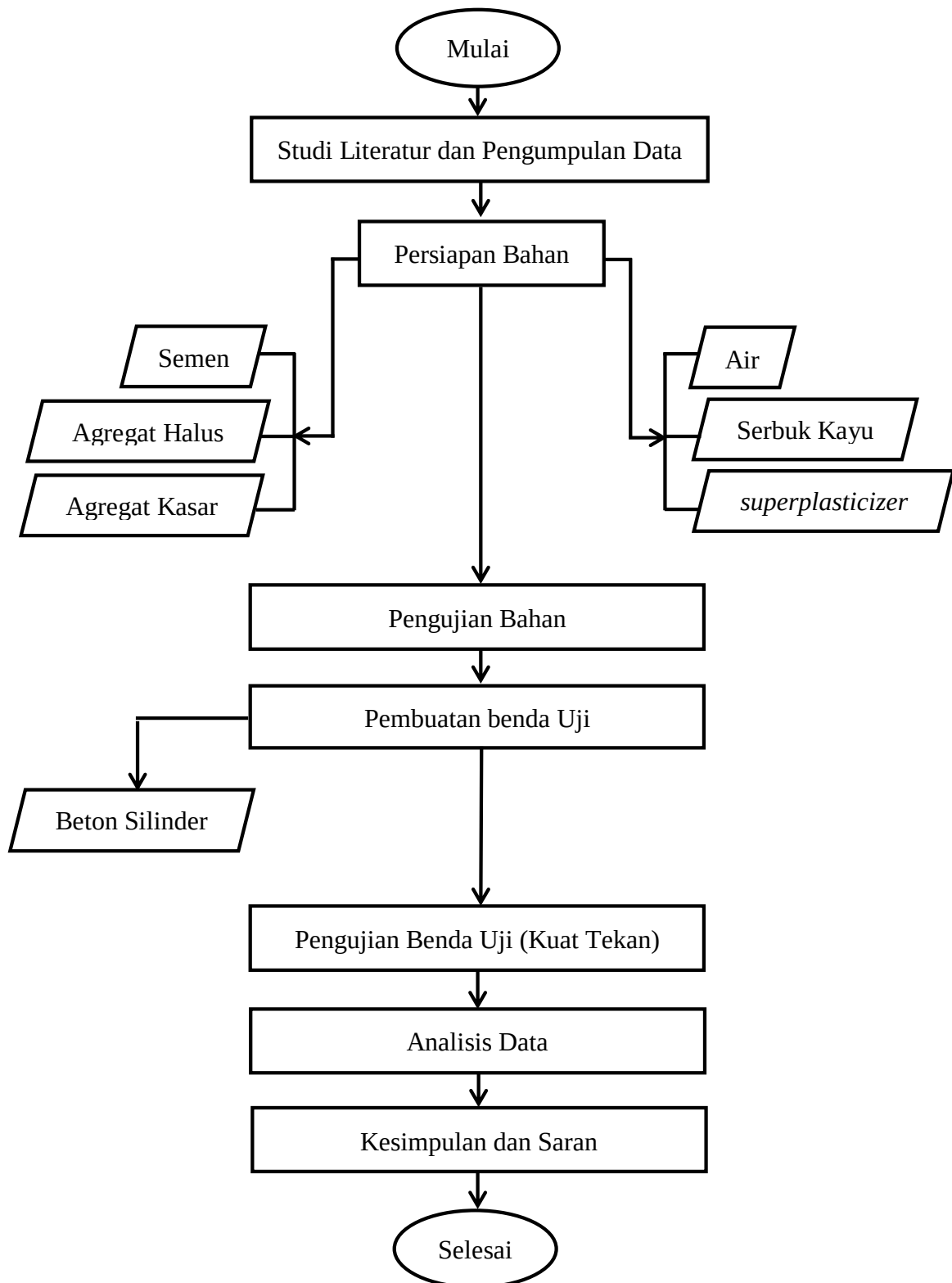
Lakukan pembebanan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan hingga benda uji hancur, dan catat hasilnya.



Gambar 3.19 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton

(Sumber : Hidayat et al., 2022)

3.12 Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.20 Bagan Alur Penelitian