

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Semen

Semen adalah bahan pembentuk beton yang berfungsi sebagai pengikat butiran agregat dan mengisi ruang antar agregat sehingga terbentuk massa yang padat. Pada penelitian ini menggunakan semen Holcim yang didapatkan dari toko bahan bangunan dalam kondisi baik, dalam zak dengan satuan 50 kg/zak.

2. Air

Air yang digunakan adalah air yang bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan tidak mengandung garam-garam dan zat-zat lain yang dapat larut dan dapat merusak beton. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboraturium Bahan dan Konstruksi Universitas Lampung.

3. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap analisa saringan, kadar air, berat volume, kadar lumpur, kandungan zat organis, berat jenis dan penyerapan. Dalam penelitian ini

digunakan agregat halus yang berasal dari Way Seputih, daerah Gunung Sugih, Lampung Tengah.

4. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap analisis saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah (batu split).

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Satu Set Saringan

Alat ini digunakan untuk mengukur gradasi agregat sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan butir agregat kasar dan agregat halus. Untuk penelitian ini gradasi agregat kasar dan agregat halus berdasarkan standar *ASTM C-33*.

Tabel 6. Ukuran Saringan Pada Penelitian Gradasi Agregat.

Jenis Agregat	Ukuran Saringan (mm)										
	Agregat halus	4,75	2,36	1,18	0,60	0,30	0,15	Pan			
Agregat kasar	37,5	25,40	19,00	12,50	4,75	2,36	1,18	0,60	0,30	0,15	Pan

2. Timbangan

Timbangan berkapasitas maksimum 50 kg dengan ketelitian pembacaan 10 gram digunakan untuk mengukur berat beton (timbangan besar).

Timbangan berkapasitas maksimum 12 kg dengan ketelitian pembacaan 1g digunakan untuk mengukur berat bahan campuran beton (timbangan kecil).

3. Oven

Alat ini digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan pada saat pengujian material yang membutuhkan kondisi kering.

4. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams beserta tilam pelat baja dan tongkat besi digunakan untuk mengukur *consistency* atau secara sederhana *workability* adukan dengan percobaan *Slump Test*. Ukuran kerucut Abrams adalah diameter bawah 200 mm, diameter atas 100 mm dengan tinggi 300 mm.

5. Piknometer

Alat ini digunakan untuk mengukur berat jenis *SSD (Surface Saturated Dry)*, berat jenis kering, berat jenis jenuh, dan penyerapan agregat halus.

6. Cetakan Beton

Cetakan beton yang digunakan untuk mencetak benda uji terbuat dari bahan baja berbentuk silinder dengan diameter 150 mm, tinggi 300 mm.

7. Mesin Pengaduk Beton (*Concrete Mixer*)

Alat pengaduk beton ini digunakan untuk mencampur bahan adukan beton. Alat yang digunakan memiliki kapasitas $0,125\text{m}^3$ dengan kecepatan putaran 20-30 rpm.

8. *Compression Testing Machine (CTM)*

Compression Testing Machine yang dipakai merk *Wykeham Farrance Engineering* dengan kapasitas pembebanan maksimum 150 ton dengan ketelitian pembacaan 0,01 ton, buatan Slough, Inggris. Alat ini digunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan beton silinder.

9. *Modulus of Elasticity in Concrete Test Set*

Untuk mengukur deformasi aksial (L) rata-rata benda uji silinder beton, dengan ketelitian pembacaan 0,01 mm.

10. Alat bantu

Selama proses pembuatan benda uji digunakan beberapa alat bantu diantaranya adalah gelas ukur, sendok semen, *stop watch*, mistar, dan *container*.

C. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu : pemeriksaan bahan campuran beton, pembuatan rencana campuran (*mix design*), pembuatan benda uji, pemeliharaan terhadap benda uji (*curing*), pelaksanaan pengujian, dan analisis hasil penelitian.

1. Pemeriksaan bahan campuran beton.

Pengujian dan pemeriksaan bahan campuran beton terdiri dari:

- a) Analisis saringan agregat kasar dan agregat halus (*ASTM C-136*).
- b) Berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar (*ASTM C-128 & ASTM C-127*).

- c) Kadar air agregat halus dan agregat kasar (*ASTM C-566 & ASTM C-556*).
- d) Berat volume agregat kasar dan agregat halus (*ASTM C-29*).
- e) Kadar lumpur agregat halus (*ASTM C-117*).
- f) Kandungan zat organik dalam pasir (*ASTM C-40*).
- g) Spesifikasi standar untuk agregat halus dan agregat kasar pada beton berbobot ringan (*ASTM C-330*).

2. Pembuatan rencana campuran (*mix design*).

Rencana campuran semen, air, dan agregat-agregat sangat penting untuk mendapatkan kekuatan beton yang diinginkan. Ada beberapa macam metode yang dapat digunakan untuk merancang komposisi campuran beton, namun semua metode tersebut belum tentu dapat menghasilkan proporsi campuran beton yang optimum. Pada dasarnya semua metode perancangan campuran beton berasal dari informasi pendekatan. Dalam penelitian ini rencana campuran beton menggunakan metode ACI dengan kekuatan yang direncanakan $f'c = 17,5 \text{ MPa}$, $27,5 \text{ MPa}$ dan $37,5 \text{ MPa}$.

3. Pembuatan benda uji.

Benda uji yang dibuat terdiri dari silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 48 buah. (Tabel 7).

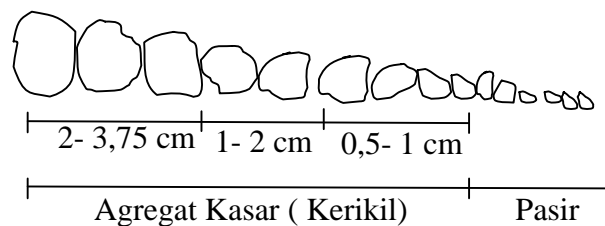
Tabel 7. Jumlah Benda Uji Silinder Beton

Kuat Tekan Rencana (Mpa)	Variasi Sample Agregat kasar				Jumlah Sample (bh)
	0,5-1, 1-2, 2-3,75 cm	2 – 3,75 cm	0,5- 1 cm dan 2– 3,75 cm	1– 2 cm	
17,5	4	4	4	4	16
27,5	4	4	4	4	16
37,5	4	4	4	4	16
Total Benda Uji	12	12	12	12	48

Keterangan variasi sampel dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

a. Sampel 1

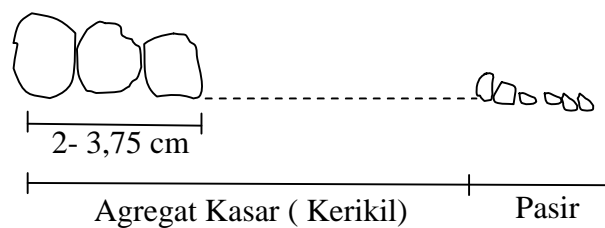
Pada sampel 1 agregat kasar yang digunakan adalah agregat bergradasi standar.



Gambar 12. Gradasi Standar

b. Sampel 2

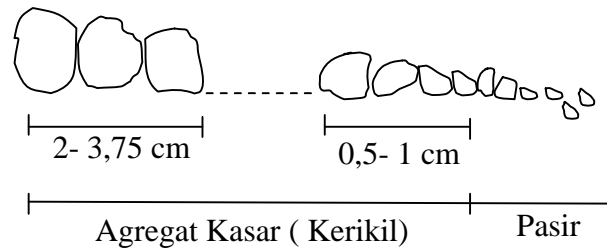
Pada sampel 2 agregat kasar yang digunakan hanya berukuran 2- 3,75 cm.



Gambar 13. Gradasi 2- 3,75 cm

c. Sampel 3

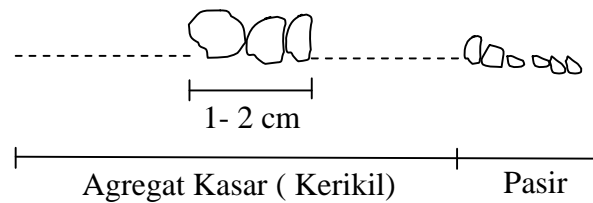
Pada sampel 3 agregat kasar yang digunakan berukuran 0,5- 1 cm dan 2- 3,75 cm.



Gambar 14. Gradasi Ukuran 0,5- 1 cm dan 2- 3,75 cm

d. Sampel 4

Pada sampel 3 agregat kasar yang digunakan hanya berukuran 1- 2 cm.



Gambar 15. Gradasi Ukuran 1- 2 cm

Untuk memudahkan pencatatan data hasil pengujian serta pengelompokan menurut kadar seratnya maka perlu diberikan kode pada masing – benda uji.

Berikut ini disajikan kode untuk masing – masing benda uji seperti yang terlihat dalam tabel 8.

Tabel 8. Jumlah dan Kode Benda Uji

Kuat Tekan Rencana (Mpa)	Variasi Sample Agregat kasar			
	Standart (0,5-1, 1-2, 2-3,75 cm)	2 – 3,75 cm	0,5- 1 cm dan 2– 3,75 cm	1– 2 cm
17,5	SA.1	BA.1	BKA.1	KA.1
	SA.2	BA.2	BKA.2	KA.2
	SA.3	BA.3	BKA.3	KA.3
	SA.4	BA.4	BKA.4	KA.4
27,5	SB.1	BB.1	BKB.1	KB.1
	SB.2	BB.2	BKB.2	KB.2
	SB.3	BB.3	BKB.3	KB.3
	SB.4	BB.4	BKB.4	KB.4
37,5	SC.1	BC.1	BKC.1	KC.1
	SC.2	BC.2	BKC.2	KC.2
	SC.3	BC.3	BKC.3	KC.3
	SC.4	BC.4	BKC.4	KC.4

Dalam pembuatan benda uji, tahapan pelaksanaannya terdiri dari menakar (menimbang) bahan- bahan, mengaduk/ mencampur, mengangkat dari tempat mengaduk ke pengecoran, mencetak (memasukkan adukan kedalam cetakan), memadatkan dan merawat, seperti dijelaskan sebagai berikut:

- a. Setelah bahan–bahan material dipersiapkan/ ditimbang, kemudian memasukkan sebagian air, agregat kasar, agregat halus, dan semen ke dalam *concrete mixer* dalam kondisi SSD (*saturated surface dry*) untuk agregat halus dan agregat kasar. Setelah tercampur merata, lalu dilakukan penambahan air secara bertahap. Selanjutnya dibiarkan *concrete mixer* berputar sampai bahan adukan tercampur merata yang dilakukan dengan pengamatan visual.
- b. Setelah material tercampur merata, adukan dituangkan kedalam pan, lalu sebagian adukan diambil untuk dilakukan pengujian *slump*. Sesuai dengan ASTM C143–03 contoh campuran adukan beton

pertama dan terakhir diambil dalam selang waktu tidak lebih dari 15 menit. Setelah pengujian *slump* memenuhi syarat maka dilanjutkan dengan penuangan adukan kedalam cetakan.

- c. Penuangan adukan kedalam cetakan silinder dilakukan dengan sekop. Setiap pengambilan adukan dengan sekop harus dapat mewakili dari campuran tersebut. Apabila diperlukan, campuran beton dapat diaduk kembali dengan menggunakan sendok aduk agar tidak terjadi segregasi selama pencetakan benda uji. Setelah padat kemudian diratakan permukaannya.

4. Pemeliharaan Terhadap Benda Uji (*Curing*)

Tujuan dari pemeliharaan adalah untuk mencegah terjadinya kehilangan air dalam jumlah besar pada saat bersamaan air diperlukan untuk hidrasi tahap awal dan hal ini merupakan saat yang kritis. Pencegahan yang dapat dilakukan dengan cara menyiram, merendam, atau menutupi dengan karung goni yang dibasahi .

Pada penelitian ini perawatan dilakukan dengan cara merendam benda uji pada hari kedua selama tujuh hari, kemudian beton dikeluarkan dari rendaman air dan diangin-anginkan selama 7 hari atau sampai benda uji berumur 28 hari.

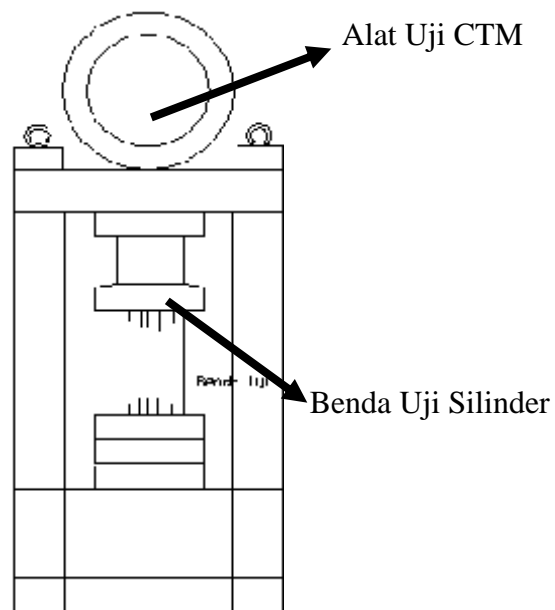
5. Pelaksanaan Pengujian

Sebelum dilakukan pengujian, permukaan tekan benda uji silinder harus rata agar tegangan terdistribusi secara merata pada penampang benda uji. Dalam hal ini maka benda uji perlu diberi lapisan belerang (*capping*)

setebal 1,5 mm sampai 3 mm pada permukaan tekan benda uji silinder. Cara lain dapat juga dilakukan dengan memberi pasta semen.

1. Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton didapat melalui tata-cara pengujian standar *ASTM C-192*. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat *CTM* dengan cara meletakkan silinder beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) tegak lurus dan memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan 0,15 MPa/detik sampai 0,34 MPa/detik sampai benda uji hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi. Selama pemeriksaan benda uji juga dicatat keadaan benda uji. Dari hasil pengujian ini didapat beban maksimum yang mampu ditahan oleh silinder beton sampai silinder beton tersebut hancur. Selanjutnya dicari kuat tekan beton dengan membagi beban maksimum dengan luas permukaan silinder beton.



Gambar 16. *Setting up* pengujian kuat tekan

2. Modulus Elastisitas Beton

Nilai modulus elastisitas beton didapat melalui tata-cara pengujian standar *ASTM C-192*. Pengujian modulus elastisitas dilakukan dengan menggunakan alat *CTM* dengan cara meletakkan silinder beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) yang telah dipasang alat *Dial Gauge* tegak lurus dan memberikan beban tekan kemudian dicatat perpendekan tinggi beton yang terjadi per-50 KN pembebanan sampai beton hancur dan dicatat beban maksimum yang terjadi.

D. Analisis Hasil

Analisis hasil dari penelitian ini dilakukan dengan cara :

- a. Kuat tekan beton benda uji
 1. Data hasil pengujian kuat tekan beton silinder umur 28 hari yang berupa gaya tekan runtuh, dianalisis dengan menggunakan Persamaan 1. Selanjutnya hasil analisis pengujian kuat tekan beton dicantumkan dalam tabel.
 2. Dari tabel hasil pengujian kuat tekan dihitung nilai kuat tekan beton rata-rata dengan menggunakan Persamaan 3, standar deviasi dihitung dengan Persamaan 4.
 3. Kuat tekan beton yang disyaratkan dianalisis dengan Persamaan 2.
 4. Perbedaan nilai-nilai kuat tekan rata-rata dari masing-masing variabel dilakukan uji hipotesis dengan analisis statistik uji t. Dari hasil uji t

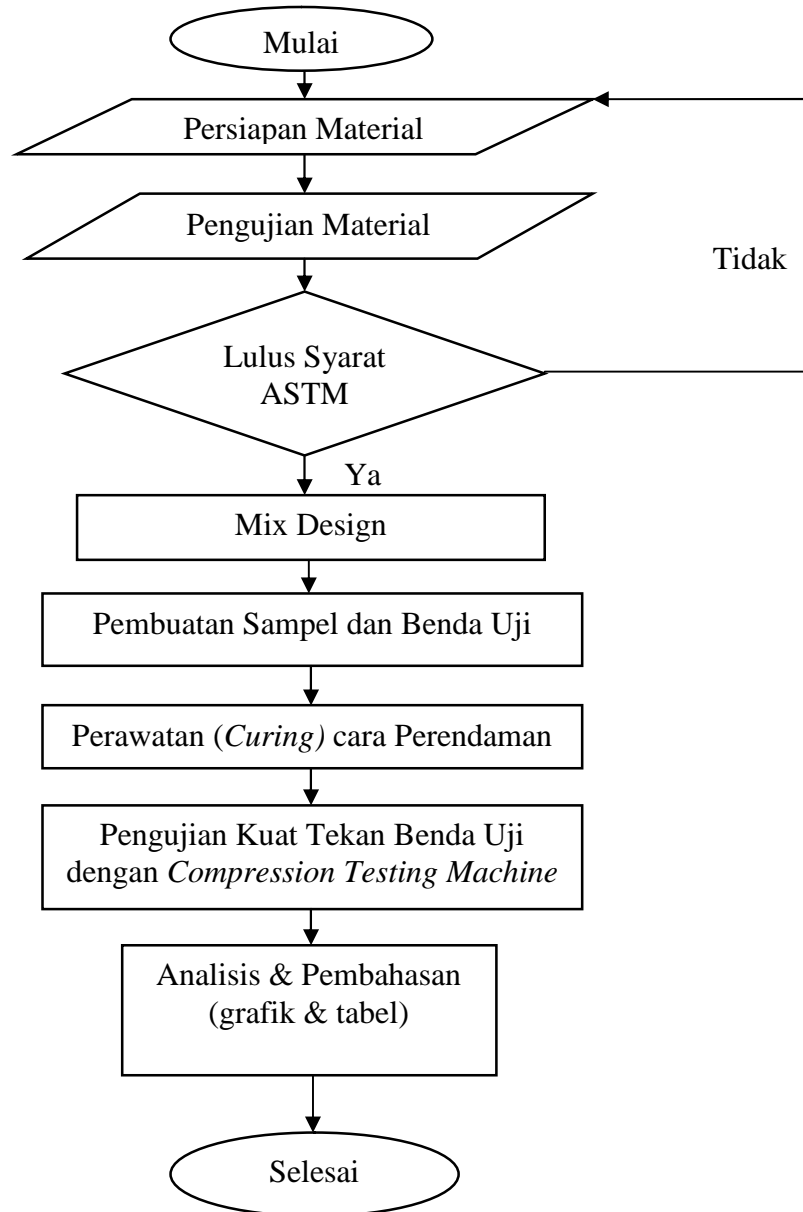
dapat diambil kesimpulan perbedaan nilai-nilai kuat tekan beton tersebut diatas.

b. Modulus Elastisitas Beton

1. Data hasil pengujian kuat tekan terhadap perubahan panjang yang menghasilkan kurva tegangan-regangan beton selanjutnya dianalisis untuk memperoleh modulus elastisitas dengan menggunakan persamaan 5.
2. Membandingkan perbedaan nilai-nilai modulus elastisitas dari masing-masing metode ACI 318-83 M dan Hognestad dengan menggunakan persamaan 7 dan persamaan 8.

E. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pelaksanaan penelitian disajikan pada gambar 4 di berikut ini.



Gambar 17. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian