

BAB III

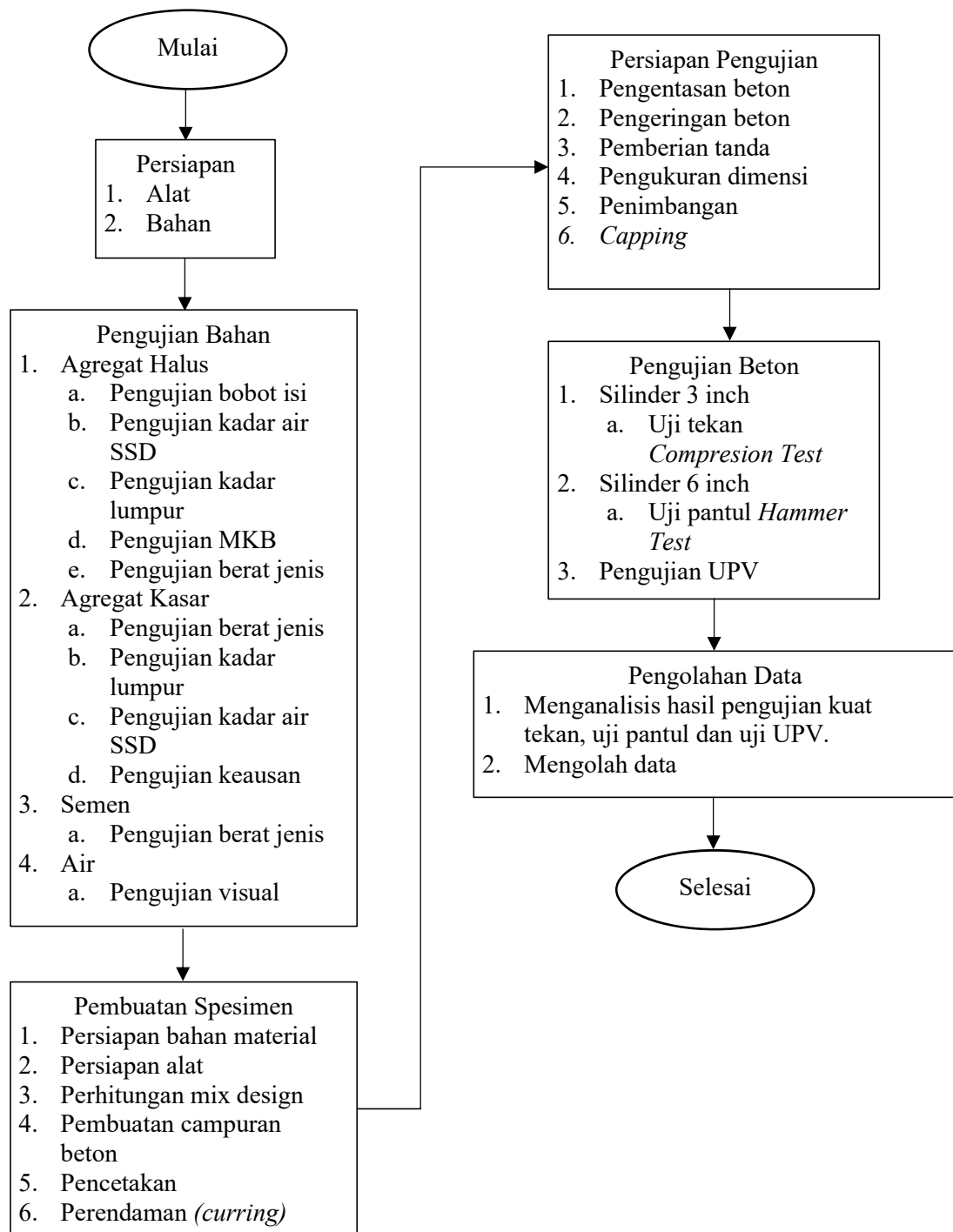
METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan dengan melakukan eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Pengujian ini bertujuan untuk mencari perbandingan kuat tekan beton silinder mutu rendah (12 MPa) secara *Destructive Test* yaitu pengujian kuat tekan beton dengan *Compression Testing Machine* dengan *Non-Destructive Test* pengujian dengan *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity*.

Pada penelitian ini pengujiannya menggunakan benda uji berupa silinder beton dengan diameter 6 inci dan tinggi 30 cm dan silinder beton dengan ukuran diameter 3 inci dan tinggi 20 cm dengan mutu beton rendah 12 MPa. Benda uji yang digunakan yaitu sebanyak 30 buah silinder beton untuk masing-masing ukuran diameter. Pada benda uji silinder beton dengan ukuran diameter 6 inci dilakukan pengujian sebanyak 3 kali yaitu diuji dengan UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity*) dilanjutkan pengujian dengan *Hammer Test* dan diakhiri dengan pengujian dengan *Compressive Test*. Sedangkan untuk benda uji silinder dengan ukuran diameter 3 inci hanya dilakukan pengujian *Compressive Test* saja. Seluruh silinder beton diuji pada umur 28 hari masa perendaman. Adapun langkah penelitiannya sebagai berikut:



Gambar 6. Bagan Alur Penelitian

2. Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

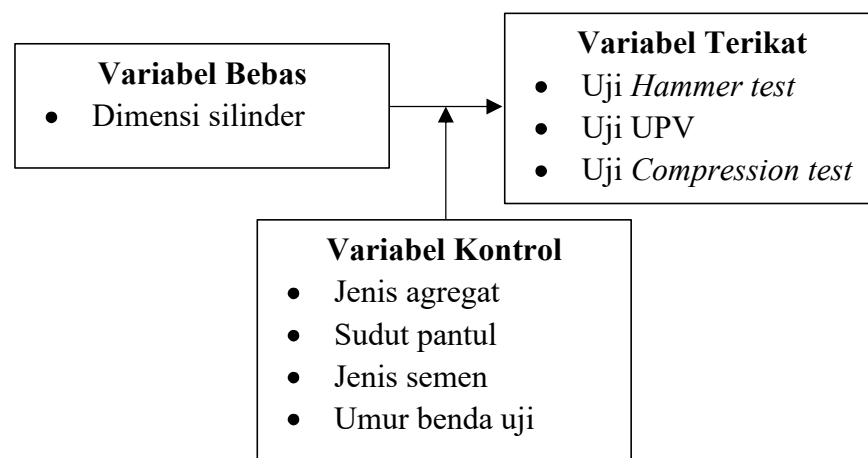
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi dari dimensi silinder yang digunakan.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah uji *Hammer Test*, *Ultrasonic Pulse Velocity* dan *Compresion Testing Machine*.

c. Variabel Kontrol

Faktor yang mempengaruhi adalah sudut pantul *Hammer Test*, jenis agregat yang digunakan, jenis semen dan umur benda uji.



Gambar 7. Hubungan variabel

B. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 – April 2019.

C. Alat dan Bahan

1. Alat

Untuk menunjang dan dapat terlaksananya penelitian ini diperlukan beberapa alat-alat laboratorium yang baik dan memenuhi syarat penggunaan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Oven

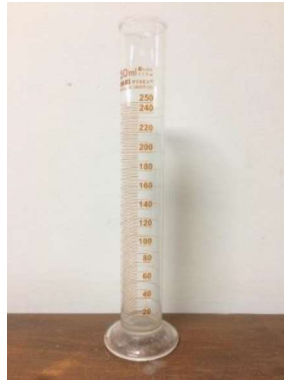
Menurut SNI 1970-2008 tentang pengujian berat jenis pasir dan kerikil, oven yang digunakan harus dapat memanaskan sampai suhu 110°C . Oven ini digunakan untuk mengoven agregat halus maupun agregat kasar pada saat pengujian agregat.



Gambar 8. Oven

b. Gelas ukur

Gelas ukur pada penelitian ini digunakan pada saat pengujian material beton yaitu pada saat pengujian kadar lumpur dari agregat halus, pengujian berat jenis agregat halus dan pengujian berat jenis dari bahan semen yang digunakan.



Gambar 9. Gelas ukur

c. Mesin Pengaduk Beton (*Mixer*)

Mesin pengaduk beton pada penelitian ini digunakan untuk pencampuran adukan beton. Mesin ini memiliki 3 komponen stang pengaduk yang digerakkan oleh tenaga listrik.



Gambar 10. *Mini mixer*

d. Ayakan pasir

Ayakan pasir yang digunakan pada penelitian ini menggunakan ayakan pasir yang dibuat secara sendiri dengan ukuran lubang ayakan sebesar 9,6 unntuk mendapatkan ukuran butiran pasir yang dibutuhkan.



Gambar 11. Ayakan agregat halus

e. Timbangan

1) Timbangan duduk

Timbangan duduk pada penelitian ini digunakan untuk menimbang agregat halus, agregat kasar dan semen sebelum dilakukan pengadukan adukan beton.



Gambar 12. Timbangan duduk

2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram

Timbang ini digunakan untuk menimbang agregat halus dan kasar pada saat dilakukan pengujian agregat di laboratorium.



Gambar 13. Timbangan Ohaus

3) Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang agregat halus dan semen pada saat dilakukan pengujian agegat.



Gambar 14. Timbangan digital

f. Ember

1) Ember besar

Ember besar atau bak ini digunakan sebagai wadah material penyusun beton yaitu agregat halus, agregat kasar dan semen saat dilakukan penimbangan kebutuhan material sebelum dilakukan pengadukan beton.



Gambar 15. Ember besar

2) Ember kecil

Ember kecil pada penelitian ini digunakan sebagai wadah air yang dibutuhkan pada saat pekerjaan pengadukan beton.



Gambar 16. Ember kecil

g. Sekop dan cangkul

Sekop dan cangkul pada penelitian ini digunakan untuk membantu pengadukan adonan beton yang sudah diaduk dan digunakan untuk memindahkan adonan dari tampungan adonan ke beberapa ember besar.

h. Mesin Los Angeles

Mesin Los Angeles digunakan untuk menguji keausan agregat kasar.

Mesin ini berputar sebanyak 500 kali putaran dan didalamnya terdapat 11 bola baja.



Gambar 17. Mesin Los Angeles

i. Cetok

Cetok pada penelitian ini digunakan untuk memasukkan adonan beton ke dalam cetakan silinder beton.



Gambar 18. Cetok

j. Cetakan silinder (dari pipa paralon)

1) Cetakan silinder diameter 3 inci

Cetakan silinder ini terbuat dari paralon dengan diameter 3 inci dengan alas terbuat dari papan multipleks. Cetakan digunakan untuk membuat beton silinder dengan ukuran diameter 3 inci.



Gambar 19. Cetakan silinder 3 inci

2) Cetakan silinder diameter 6 inci

Cetakan silinder ini terbuat dari paralon dengan diameter 6 inci dengan alas terbuat dari papan multipleks. Cetakan digunakan untuk membuat beton silinder dengan ukuran diameter 6 inci.



Gambar 20. Cetakan silinder 6 inci

k. Meteran atau Penggaris

Meteran atau Penggaris pada penelitian ini digunakan untuk mengukur besarnya nilai *slump*.



Gambar 21. Penggaris

l. Jangka sorong

Jangka sorong pada penelitian ini digunakan sebagai alat untuk mengukur diameter dan tinggi dari beton silinder yang akan diuji kuat tekan



Gambar 22. Jangka sorong

m. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams pada penelitian ini digunakan untuk menguji keadaan pasir yang akan diuji dalam keadaan SSD.



Gambar 23. Kerucut Abrams

n. *Cone uji slump*

Cone slump digunakan untuk menguji nilai *slump* dari adonan beton yang akan dicetak.



Gambar 24. *Cone slump*

o. Pemanas belerang

Pemanas belerang digunakan untuk melelehkan bubuk belerang yang digunakan untuk capping benda uji.



Gambar 25. Pemanas belerang

p. *Alat capping*

Alat ini digunakan untuk mencetak *capping* beton dari belerang yang dipanaskan. Sehingga permukaan beton menjadi rata.



Gambar 26. Alat *capping*

q. *Compression Testing Machine*

Compression testing machine digunakan untuk menguji kuat kuat tekan dari benda uji beton yang sudah dibuat.



Gambar 27. *Compression testing machine*

r. *Hammer Test*

Hammer test pada penelitian ini untuk mengujia angka pantul dari benda uji beton silinder.



Gambar 28. *Hammer test*

s. *Ultrasonic Pulse Velocity*

Alat UPV pada penelitian ini digunakan untuk menguji cepat rambat gelombang pada benda uji beton silinder.



Gambar 29. UPV test

2. Bahan

Untuk menunjang dan dapat terlaksananya penelitian ini diperlukan beberapa alat-alat laboratorium yang baik dan memenuhi syarat penggunaan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini menggunakan agregat halus (pasir) dari Sungai Progo, Yogyakarta.



Gambar 30. Agregat halus (pasir)

b. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini menggunakan agregat kasar (kerikil) dari Sungai Progo, Yogyakarta. Agregat kasar yang digunakan memiliki ukuran yaitu 1-2 cm.



Gambar 31. Agregat kasar (kerikil)

c. Semen (PPC)

Semen yang digunakan adalah semen jenis *Pozolan Portland Cement* (PPC) dengan tipe 1 berdasarkan SNI-2049-2004, yaitu penggunaan untuk umum yang tidak memerlukan syarat tertentu.



Gambar 32. Semen (PPC)

d. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari air yang bersumber di Laboratorium Bahan Bangunan



Gambar 33. Air

e. Belerang

Belerang pada penelitian ini digunakan sebagai bahan untuk *capping* beton yang akan diuji kuat tekan dengan *Compression Testing Machine*.



Gambar 34. Belerang

f. *Grease*

Grease pada penelitian ini digunakan sebagai bahan perata pada saat pengujian UPV. Tujuan dari pelumasan vaselin kepada sensor UPV yaitu untuk meratakan bagian yang diuji.



Gambar 35. Grease

g. Oli atau pelumas

Oli atau pelumas pada penelitian ini digunakan untuk melumasi cetakan sebelum diisi dengan pasta beton. Tujuannya yaitu untuk membuat beton yang sudah dicetak mudah dilepas dari cetakannya.



Gambar 36. Oli atau pelumas

D. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan sesuatu sehingga dapat terlaksana sesuai dengan tahapan yang berlaku. Penelitian ini mengambil varian beton mutu rendah 12 MPa dengan sampel sebanyak 30 silinder benda uji. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 6 inci dan tinggi 300 mm dan 3 inci dan tinggi 200 mm.

Langkah-langkah penelitian ini guna mendapatkan data yang valid, berikut beberapa penjelasan langkah pengujian antara lain:

1. Pengujian Agregat

Mendapatkan kualitas agregat yang terbaik tentunya sangat dibutuhkan dalam hal penelitian, oleh karena itu perlu dilakukan pengujian terhadap agregat yang akan digunakan. Pengujian agregat meliputi berat jenis agregat, kadar air SSD agregat, modulus kehalusan butir agregat, besar butir maksimum agregat, daerah gradasi agregat dan jenis agregat yang digunakan. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat yang berasal dari sungai Progo.

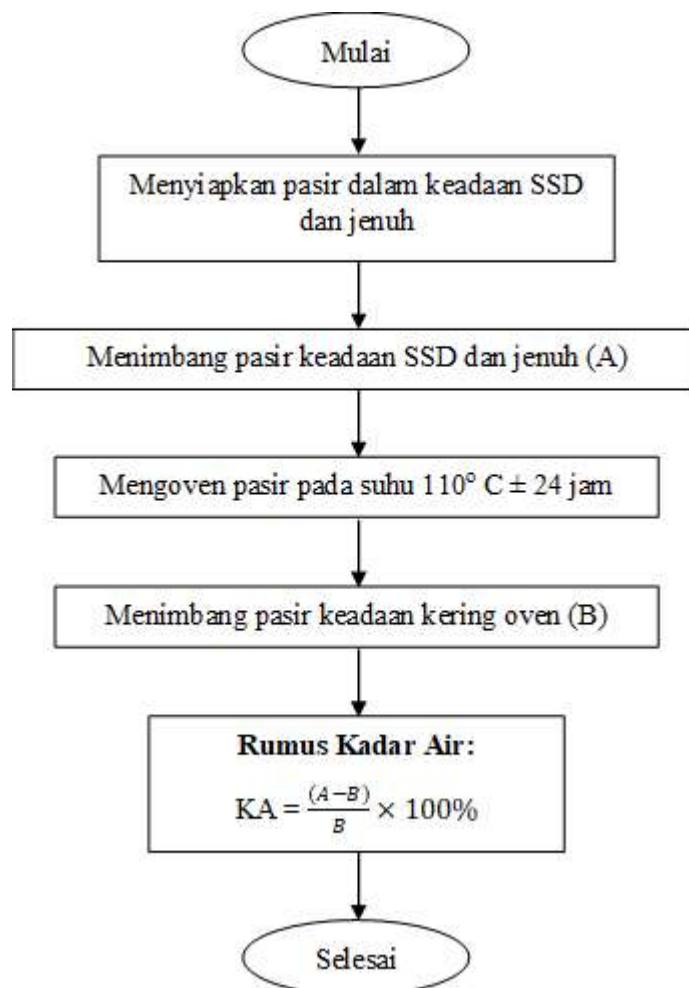
a. Pengujian Agregat Halus

1) Pengujian Kadar Air SSD dan Jenuh

Tabel 11. Alat dan bahan uji kadar air SSD

| Alat | Bahan |
|--------------|----------|
| 1. Timbangan | 1. Pasir |
| 2. Oven | 2. Air |
| 3. Piring | |
| 4. Sendok | |

Langkah pegujainnya sebagai berikut:



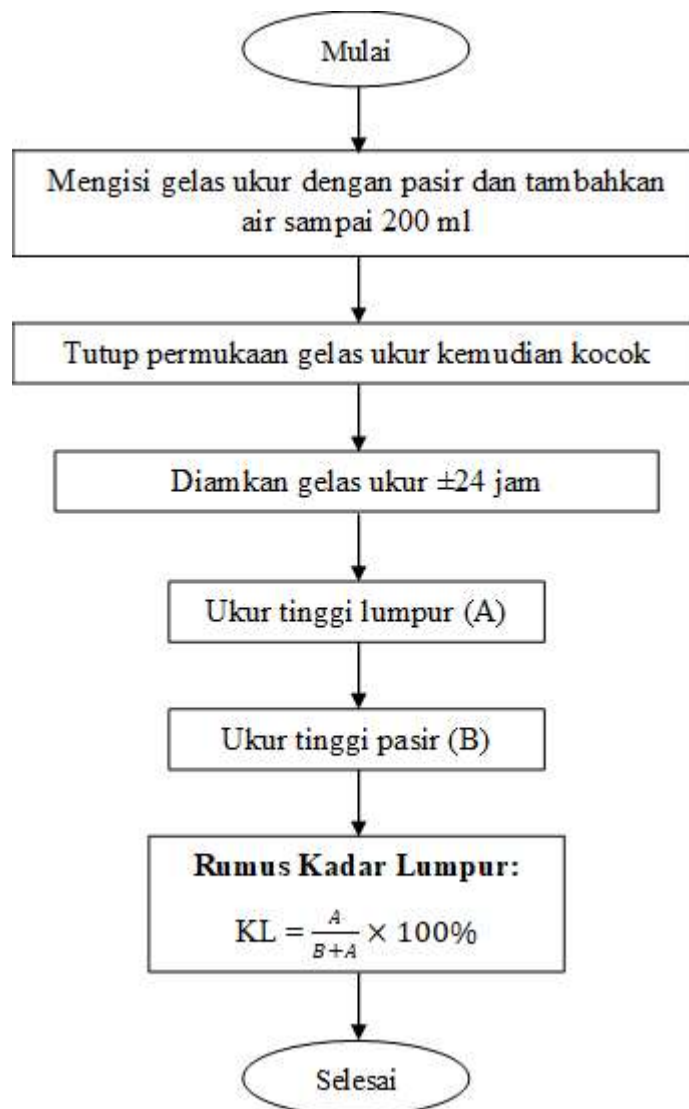
Gambar 37. Diagram alur uji kadar air

2) Pengujian Kadar Lumpur

Tabel 12. Alat dan bahan uji kadar lumpur

| Alat | Bahan |
|---------------|----------|
| 1. Timbangan | 1. Pasir |
| 2. Gelas ukur | 2. Air |
| 3. Sendok | |

Langkah pengujiannya sebagai berikut:



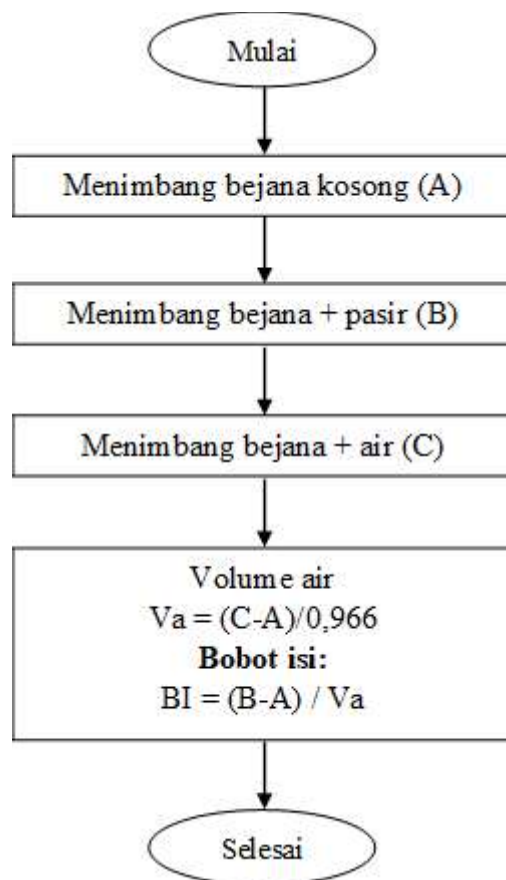
Gambar 38. Diagram alur uji kadar lumpur

3) Pengujian Bobot Isi

Tabel 13. Alat dan bahan uji bobot isi

| Alat | Bahan |
|--------------|----------|
| 1. Timbangan | 1. Pasir |
| 2. Bejana | 2. Air |
| 3. Ember | |
| 4. Cetok | |

Langkah pengujiannya sebagai berikut:



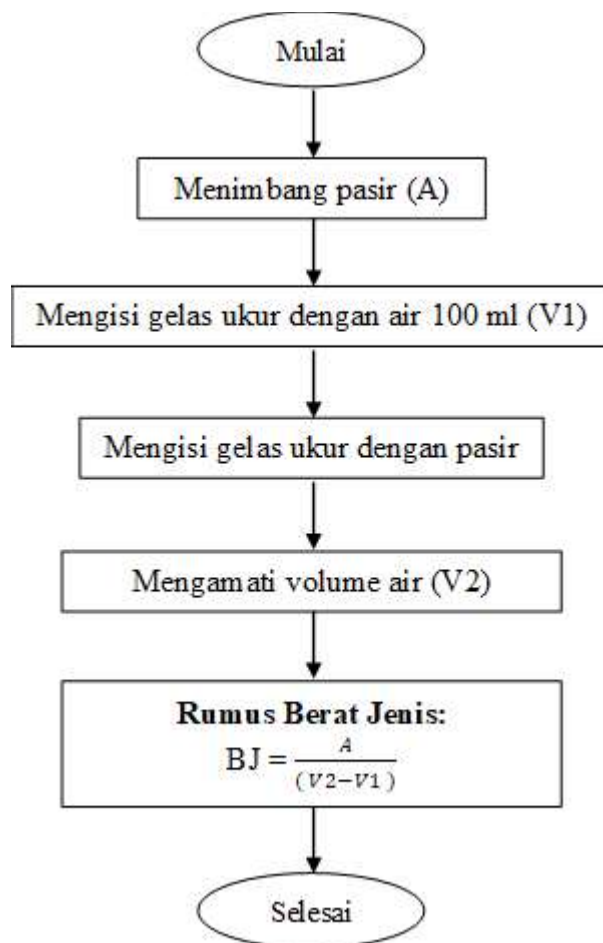
Gambar 39. Diagram alur uji bobot isi

4) Pengujian Berat Jenis

Tabel 14. Alat dan bahan uji berat jenis

| Alat | Bahan |
|---------------|----------|
| 1. Timbangan | 1. Pasir |
| 2. Gelas ukur | 2. Air |
| 3. Piring | |
| 4. Sendok | |

Langkah pengujiannya sebagai berikut:



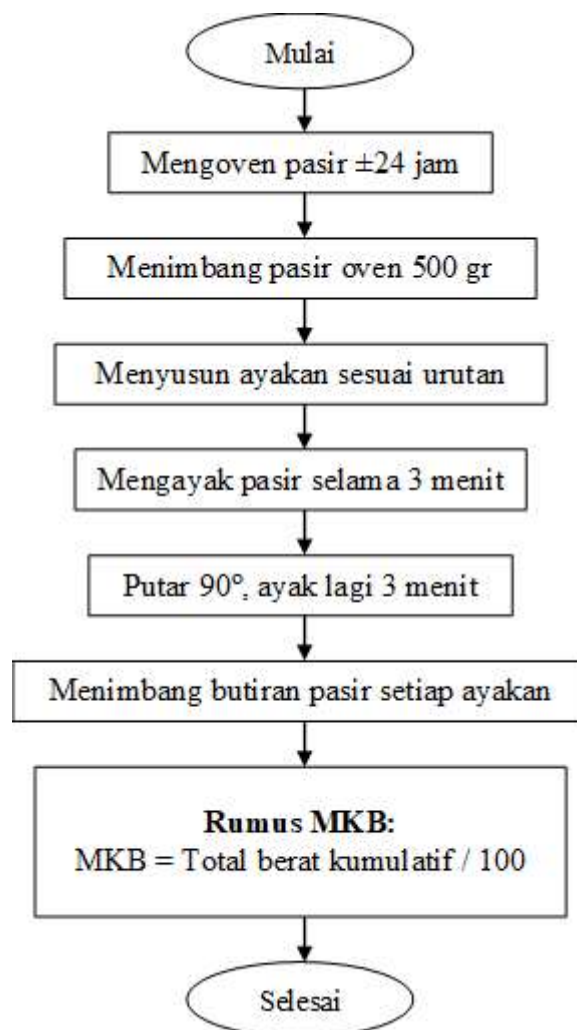
Gambar 40. Diagram alur uji berat jenis

5) Pengujian Modulus Kehalusan

Tabel 15. Alat dan bahan uji Modulus Kehalusan

| Alat | Bahan |
|--|----------|
| 1. Timbangan 2. Gelas ukur 3. Piring 4. Sendok 5. Ayakan (9,6 – 0,15 mm) | 1. Pasir |

Langkah pengujiannya sebagai berikut:



Gambar 41. Diagram alur uji MKB

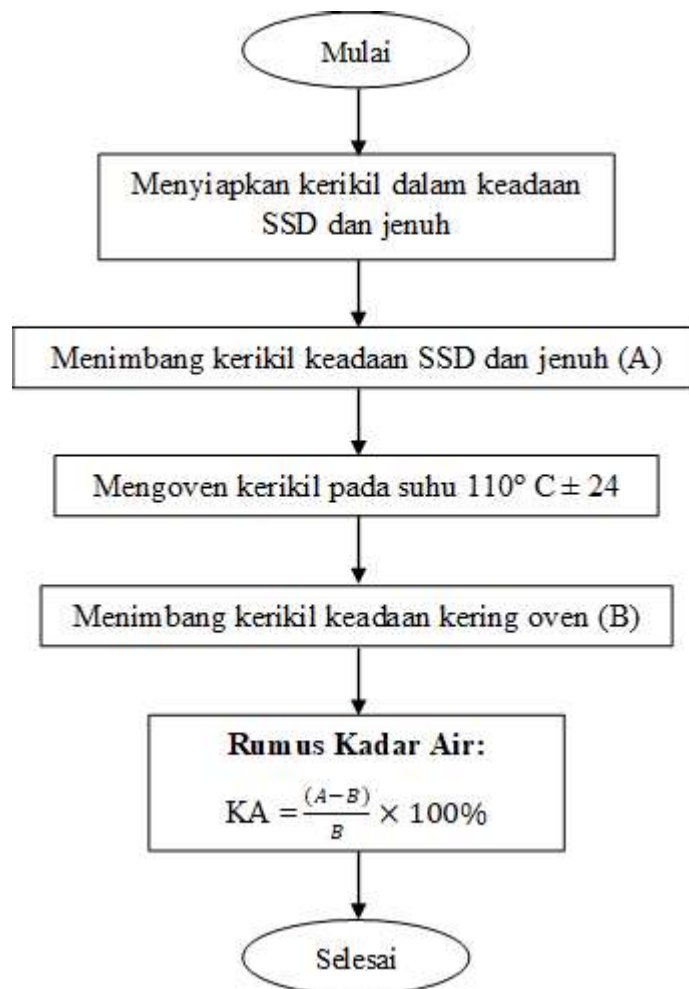
b. Pengujian Agregat Kasar

1) Pengujian Kadar Air (SSD dan Jenuh)

Tabel 16. Alat dan bahan uji kadar air

| Alat | Bahan |
|---------------------------|------------|
| 1. Timbangan | 1. Kerikil |
| 2. Gelas ukur | 2. Air |
| 3. Piring | |
| 4. Sendok | |
| 5. Ayakan (9,6 – 0,15 mm) | |

Langkah pengujiannya sebagai berikut:



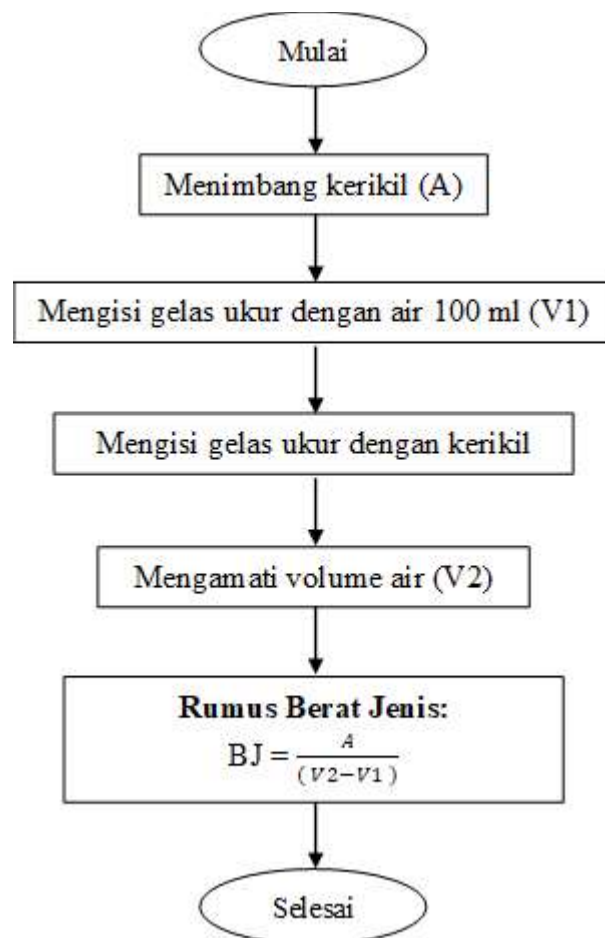
Gambar 42. Diagram alur uji kadar air

2) Pengujian Berat Jenis

Tabel 17. Alat dan bahan uji berat jenis

| Alat | Bahan |
|---------------|------------|
| 1. Timbangan | 1. Kerikil |
| 2. Gelas ukur | 2. Air |
| 3. Piring | |
| 4. Sendok | |

Langkah pengujiannya sebagai berikut:



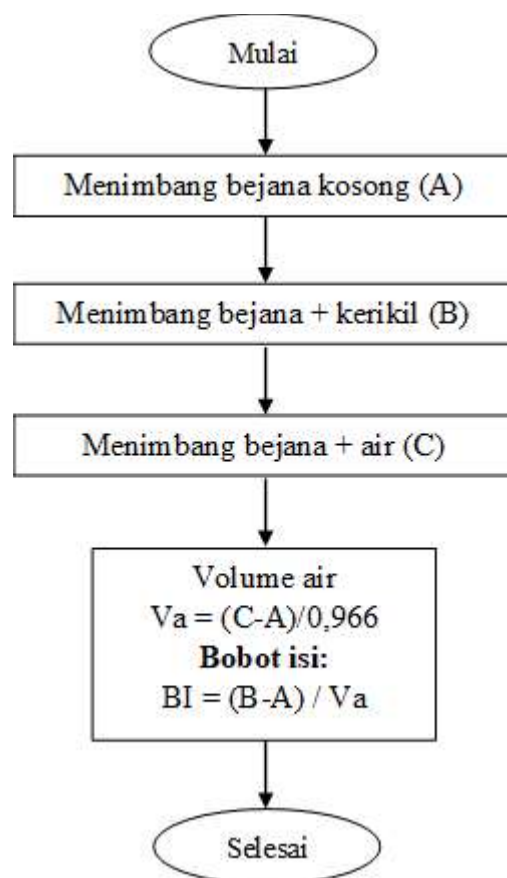
Gambar 43. Diagram alur uji berat jenis

3) Pengujian Bobot Isi

Tabel 18. Alat dan bahan uji bobot isi

| Alat | Bahan |
|--------------|------------|
| 1. Timbangan | 1. Kerikil |
| 2. Bejana | 2. Air |
| 3. Ember | |
| 4. Cetok | |

Langkah pengujiannya sebagai berikut:



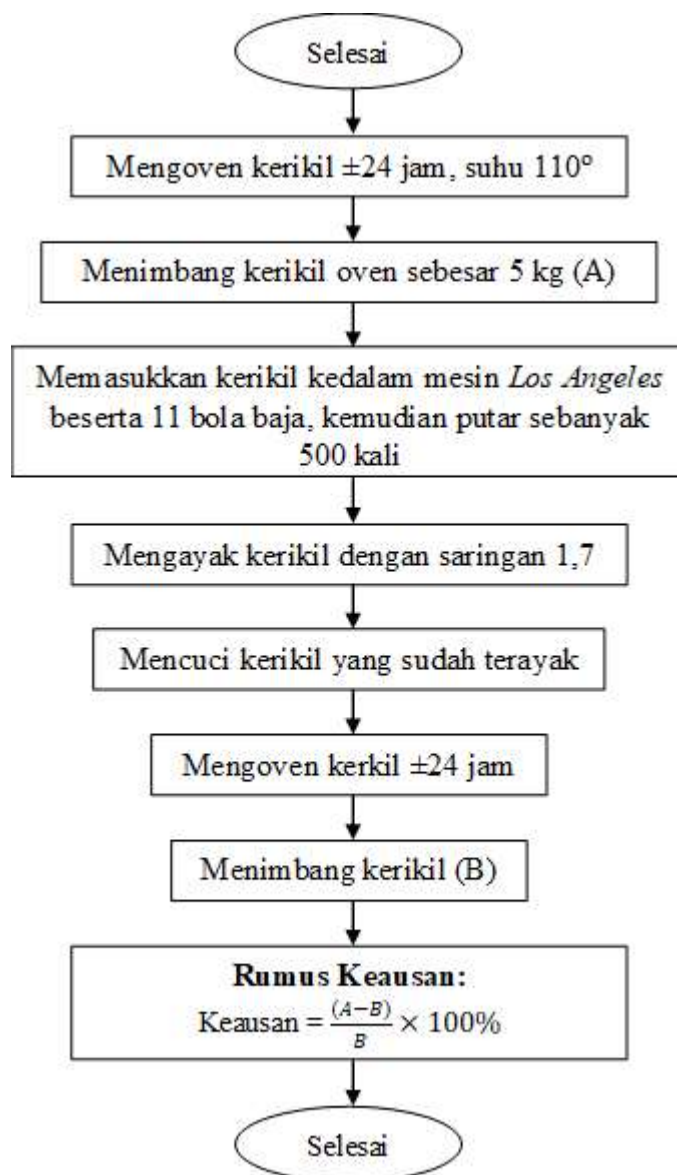
Gambar 44. Diagram alur uji bobot isi

4) Pengujian Keausan

Tabel 19. Alat dan bahan uji keausan

| Alat | Bahan |
|-----------------------------|------------|
| 1. Timbangan | 1. Kerikil |
| 2. Mesin <i>Los Angeles</i> | 2. Air |
| 3. Ember | |
| 4. Ayakan | |

Langkah pengujiannya sebagai berikut:



Gambar 45. Diagram alur uji bobot isi

2. Pembuatan Benda Uji

a. Persiapan alat dan bahan

- 1) Menyiapkan agregat halus dan agregat kasar yang akan digunakan dalam keadaan SSD
- 2) Menimbang semua material penyusun beton (agregat kasar, agregat halus, semen dan air) sesuai kebutuhan *mix design*
- 3) Menyiapkan *mixer*, kerucut *slump*, cetok, palu, *roll* kabel, tongkat tusuk, ember, dan sekop.
- 4) Menyiapkan cetakan silinder diameter 6 inci dan 3 inci yang sudah diolesi dengan oli sebelumnya.

b. Pembuatan benda uji beton

Setelah alat dan bahan yang dibutuhkan sudah disiapkan dengan baik dan sesuai dengan takaran yang dibutuhkan. Langkah selanjutnya yaitu proses pembuatan benda uji beton. Berikut ini proses pembuatannya.

- 1) Membersihkan kemudian menyalakan mesin pengaduk (*mixer*) dengan menyiram sedikit bagian dalam mesin dengan air. Hal demikian dilakukan agar air dan agregat tidak menempel pada dinding *mixer*.
- 2) Memasukkan bahan penyusun beton satu persatu. Benda uji yang dimasukkan sesuai hitungan kebutuhan satu adukan beton. Satu adukan beton dapat memenuhi 7 silinder beton diameter 6 inci. Hal ini dilakukan supaya campuran dapat tercampur rata

dan mesin tidak macet. Berikut ini urutan bahan yang dimasukkan:

- a) Memasukkan agregat halus, kemudian diratakan dengan cetok
- b) Memasukkan agregat kasar, sesekali dibantu diratakan dengan cetok.
- c) Memasukkan semen
- d) Memasukkan air sedikit demi sedikit dengan sesekali meratakan dengan cetok yang menempel pada pinggir *mixer*. Selain itu juga untuk mengontrol tingkat pastanya adonan.



Gambar 46. Pencampuran bahan

3. Pengujian Nilai *Slump*

Pengujian *slump* ini digunakan untuk mendapatkan tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton yang sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Berdasarkan ACI 211-91 nilai *slump* untuk pekerjaan balok antara 25 – 100 mm, sehingga nilai rentang sekian masih aman dalam pengerjaan beton.

Perlu diperhatikan homogenitas dari beton segar sehingga kondisi beton tidak mengalami segregasi dan pemisahan air dengan semen (*bleeding*). Berikut adalah teknis pengujian *slump* antara lain;

a. Persiapan pengujian

Sebelum pengujian perlu dipersiapkan beberapa peralatan kerja, antara lain sebagai berikut;

- 1) Kerucut *slump cone*
- 2) Alas yang kedap terbuat dari baja, berukuran 800 x 800 mm, yang telah ditandai di tengah-tengah dan berupa lingkaran berdiameter 500 x 700 mm.
- 3) Cetok
- 4) Meteran
- 5) Tongkat tusuk
- 6) *Stopwatch*

b. Pelaksanaan pengujian

Pengujian nilai slump ada beberapa langkah kerja, antara lain:

- 1) Beton segar telah dituang dari *mixer* ke wadah penampungan sementara agar memudahkan saat pengambilan beton segar.
- 2) Pelat besi dan *slump cone* dibasai dengan menggunakan air.
- 3) Pelat besi ditempatkan pada tempat yang rata dan datar agar air semen pada beton tidak mengalir, kemudian *slump cone* diletakkan tepat di tengah-tengah pelat besi tersebut dengan posisi lubang yang kecil berada di atas.

- 4) Beton segar dituangkan menggunakan cetok sambil menekan *slump cone* agar tidak goyah, pengisian dilakukan hingga penuh dengan pengisian bertahap yaitu mengisi tiap $\frac{1}{3}$ dari volume *slump cone* serta ditumbuk sebanyak 25 kali.
- 5) Setelah *slump cone* diisi hingga penuh kemudian tambahkan beton hingga permukaan atas merata.
- 6) Diamkan *slump cone* selama 30 detik.
- 7) *Slump cone* diangkat secara vertikal dan pastikan tidak terkena beton segar yang akan di uji nilai slump-nya.
- 8) *Slump cone* diletakkan di dekat tumpahan beton segar dengan kerucut yang kecil di posisi bawah serta letakkan penumbuk di atas *slump cone*.
- 9) Nilai *slump* dihitung menggunakan meteran dari posisi tertinggi beton hingga menyentuh penumbuk bagian bawah



Gambar 47. Pengujian *slump*

4. Pencetakan benda uji

Setelah dilakukan pengujian nilai slump pada adukan beton. Adukan beton dapat dilanjutkan ke tahap pencetakan benda uji ke dalam

cetakan silinder. Adapun langkah pada saat pencetakan harus sesuai dengan aturan yang berlaku.

a. Persiapan cetakan

- 1) Mempersiapkan semua silinder yang dibutuhkan untuk setiap sekali adukan pada tempat yang datar dan luas. Silinder harus sudah diolesi dengan oli dan skur pada cetakan harus kuat.
- 2) Mempersiapkan alat-alat yang digunakan untuk proses pencetakan seperti ember, palu kayu, palu karet kecil, besi penusuk, cetok dan penanda benda uji.
- 3) Mempersiapkan tempat penyimpanan benda uji yang bersih dan datar.

b. Proses pencetakan

Setelah semua alat dan tempat sudah dipersiapkan. Langkah selanjutnya yaitu pencetakan benda uji sebagai berikut.

- 1) Menuang adonan yang sudah dicampur dari mesin pengaduk ke dalam ember-ember yang disiapkan.
- 2) Mengisi silinder dengan takan $\frac{1}{3}$ dari tinggi silinder kemudian ditusuk sebanyak 25 kali secara merata (menggunakan penusuk berdiameter 16 mm untuk silinder besar dan 10 mm untuk silinder kecil) dan dipukul-pukul bagian luar dengan palu sebanyak 10 kali atau sekiranya tidak terdapat gelembung lagi.



Gambar 48. Pengisian cetakan beton

- 3) Mengisi lapisan 2/3 dari silinder lagi dan dilakukan pekerjaan yang sama lagi.
- 4) Mengisi lapisan akhir silinder lagi dengan adonan dan dilakukan penusukan dan pukulan yang sama.
- 5) Setelah terisi penuh dilakukan perataan pada permukaan benda uji dan pemberian tanda.
- 6) Memindahkan cetakan yang sudah diisi adukan beton ke tempat penyimpanan yang datar dan aman.

c. Pelepasan cetakan

Setelah proses pencetakan selesai dikerjakan. Benda uji didiamkan ± 24 jam. Tujuannya untuk mendapatkan beton yang sudah cukup mengeras dan saat dibongkar cetakannya tidak hancur. Langkah pelepasan cetakannya sebagai berikut.

- 1) Memindahkan silinder dari tempat penyimpanan ke tempat yang luas dan terbuka.
- 2) Menyiapkan kunci dan tang untuk melepaskan mur baut pada skur cetakan

- 3) Membuka mur baut pada cetakan
- 4) Melepaskan kawat bendrat atau kabel ties yang mengikat cetakan
- 5) Membuka perlahan-lahan cetakan dengan menarik pipa sampai beton terlepas dari cetakan.
- 6) Memindahkan beton yang sudah terlepas ke tempat perawatan beton dengan merendam beton.

d. Perawatan beton

Perawatan beton adalah tahap akhir dalam setiap pekerjaan beton, yaitu pekerjaan agar permukaan beton segar selalu dalam keadaan lembab (Tjokrodimulyo, 2007). Dalam penelitian ini perawatan benda uji beton dilakukan dengan melakukan perendaman benda uji di kolam bak perendaman yang ada di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Proses perendaman dilakukan selama 28 hari. Proses perawatan dilakukan dengan bak perendaman yang tertutup oleh atap sehingga tidak terkena air hujan atau terkena sinar matahari secara langsung.

5. Pengujian Beton

Setelah beton direndam pada bak perawatan selama 28 hari. Beton dapat diuji kuat tekannya. Berikut ini tahapan pengujian benda uji beton.

a. Persiapan beton

- 1) Mengeringkan benda uji beton sebelum dilakukan pengujian

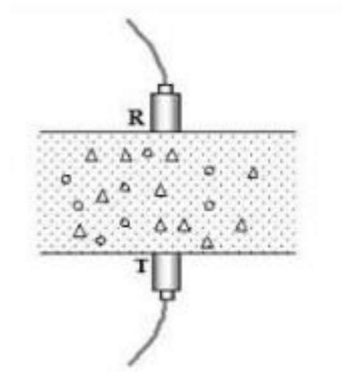
- 2) Memberi tanda nomor sampel pada benda uji
- 3) Menimbang berat benda uji
- 4) Mengukur dimensi dari benda uji (diameter dan tinggi)
- 5) Meratakan permukaan benda uji diameter besar (untuk pengujian UPV)

b. Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) merupakan pengujian beton secara *non-destructive* yaitu dengan menguji rambat gelombang dari beton. Pengujian UPV dilakukan pada beton silinder 6 inci pada umur 28 hari. Pengujiannya dilakukan pada alas bawah dan atas pada 5 titik yang berbeda. Pengujiannya menggunakan alat UPV Proceq. Tahapan pengujiannya sebagai berikut ini.

- 1) Mempersiapkan alat uji UPV dengan dengan merakit kabel yang menghubungkan 2 *Tranducer* ke *Read Out Unit*.
- 2) Memastikan *Read-out* sudah tersambung dengan listrik
- 3) Mengatur kalibrasi UPV dengan menempelkan kedua *Tranducer* ke *Calibration Bar*
- 4) Melumasi *tranducer* dengan vaselin hingga rata dan cukup
- 5) Menempelkan *tranducer* pada permukaan beton secara *direct* sebanyak 5 titik.
- 6) Mengamati dan mencatat hasil pengujian tiap titik sesuai nomor sampel yang telah ditandai.

- 7) Hasil pengujian 30 beton silinder diameter 6 inci dapat dianalisis.



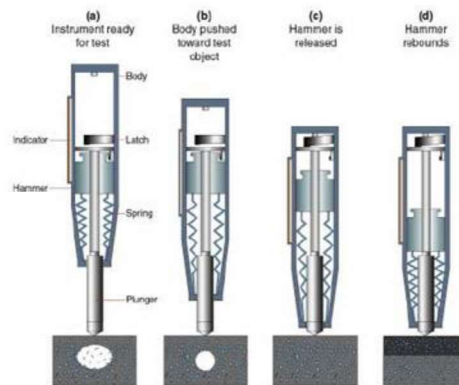
Gambar 49. Metode pengujian secara *direct*

c. Pengujian *Hammer Test*

Pengujian *Hammer Test* merupakan pengujian kuat tekan beton secara *Non-Destructive*. Metode pengujiannya yaitu dengan mengambil angka pantul yang diberikan alat terhadap benda uji. Cara pengujian ini dilakukan pada benda uji silinder berdimensi 150 mm x 300 mm yaitu dengan cara memberikan beban impact pada benda uji dengan sudut 0° dan diambil 10 titik pengukuran pada setiap benda uji. Adapun tahapan pengujiannya sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan alat HT yang digunakan untuk mengambil angka pantul.
- 2) Melakukan kalibrasi terhadap alat
- 3) Menempatkan benda uji seperti posisi balok dan menjepitnya supaya tidak bergerak saat diuji pantul.
- 4) Melakukan uji pantul pada 10 titik pada beton silinder

5) Mencatat nilai pantul pada setiap titik yang diuji



Gambar 50. Mekanisme kerja alat *hammer test*

d. Pengcappingan beton

Setelah benda uji selesai dilakukan pengukuran dan penimbangan dan uji secara *Non-Destructive* Tahapan selanjutnya dilakukan *capping* pada benda uji beton. Pemberian *capping* pada beton bertujuan supaya saat diuji seluruh permukaan beton dapat terkena tekanan dari mesin. Langkahnya sebagai berikut.

- 1) Menyiapkan alat *capping* dan beton yang akan dicapping
- 2) Menyalakan tabung pelebur belerang dan mengisinya dengan belerang
- 3) Melumasi alas pencetak *capping* dengan oli
- 4) Mengisi cetakan dengan belerang yang sudah dilelehkan, kemudian menempelkan beton ke cetakan dengan posisi yang tegak.
- 5) Menambahkan belerang sampai benar-benar melekat pada beton.

- 6) Melepas capping dengan memutar beton dan memukul cetakan dengan palu.
- 7) Mendingkan beton yang sudah dicapping sampai solid dan kuat.



Gambar 51. Proses pencappingan

e. Pengujian *Compression Test*

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (SNI 1974-2011).

Prosedur pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 03-2974-1990, benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris, dan mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban antara 2 – 4 kg/cm² per detik. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat. Uji kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.



Gambar 52. Pengujian kuat tekan

6. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi

1) Angka pantul beton dari *Hammer Test*

Pengujian angka pantul dilakukan dengan menggunakan sudut pengambilan sebesar 0° . Pengambilan angka pantul dilakukan karena dapat mempermudah pelaksanaan dilapangan. Pengambilan nilai angka pantul diuji pada 10 titik yang berbeda pada beton silinder. Nilai pantul harus pada maksimum rentangan 6, bila terlalu melebihi atau kurang data harus dibuang dan mengambil nilai kembali pada titik yang berbeda. Pengambilan titik uji seluas maksimum 300 mm^2 .



Gambar 53. Pengujian *hammer test*

2) Kuat tekan silinder beton

Pengujian nilai kuat tekan dengan *Compression Testing Machine* ini diambil dengan memberikan beban maksimal pada benda uji sehingga dihasilkan nilai kuat tekan yang sebenarnya dari benda uji. Satuan beban yang diberikan dari *Compression Testing Machine* yaitu dalam satuan ton. Maka dari itu untuk mengubahnya ke satuan MPa dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \quad (10)$$

Dengan, σ_c = Kuat tekan, MPa

P = Beban tekan, ton

A = Luas penampang beton, mm²



Gambar 54. Pengujian *compression test*

3) Pengujian UPV.

Pengujian kerapian dari beton dilakukan dengan menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* yang menggunakan kecepatan rambat gelombang yang dapat menentukan kerapian dari suatu beton. Pada pengujian ini menggunakan metode

pengambilan data secara *direct transmission*. *Direct Transmission* merupakan metode yang berguna pada saat pengujian kepadatan dari beton. Data yang keluar dalam satuan m/s. Berikut ini rumus kecepatan gelombang ultrasonik di dalam beton:

$$V = \frac{L}{T} \quad (11)$$

Dengan, V = Kecepatan gelombang, m/s

L = Jarak antar *transmitter*, m

T = Waktu tempuh gelombang, s



Gambar 55. Pengujian UPV

4) Analisis penolakan data

Data tersebut kemudian dianalisis dan disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk grafik serta tabel untuk mengetahui hubungan antara angka pantul dengan uji rambat gelombang, hubungan benda uji kecil dengan besar dan hubungan pengujian *non-destructive test* dengan *destructive test*.

Dari tiga pengujian itu diambil persamaan dengan menggunakan analisa penolakan data. Analisa penolakan data

dilakukan untuk menghilangkan data pengujian yang tidak memenuhi batasan normal atau menyimpang.

Jika kita membuat N pengukuran X_1, \dots, X_N dari kuantitas N tunggal, dan jika salah satu hasil pengukuran (misalnya X_{sus}) adalah berbeda dengan yang lain, maka perlu digunakan metode kriteria Chauvenet untuk memberikan tes sederhana, untuk memutuskan apakah akan menolak nilai tersebut atau tidak. Pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung mean dan standar deviasi dari semua pengukuran N , kemudian menemukan jumlah standar deviasi dari X_{sus} yang berbeda dari \bar{x} .

$$t_{sus} = \frac{|x_{sus} - \bar{x}|}{\sigma_x} \quad (12)$$

Nilai D_{max} dapat ditentukan menggunakan tabel Kriteria Chauvenet dan disesuaikan dengan N sampel.

| Tabel 20. Nilai D_{max} | |
|---|-----------------------------|
| Nomor bacaan, N | D_{max} |
| 3 | 1.38 |
| 4 | 1.54 |
| 5 | 1.65 |
| 6 | 1.73 |
| 7 | 1.8 |
| 10 | 1.96 |
| 15 | 2.13 |
| 25 | 2.33 |
| 50 | 2.57 |
| 100 | 2.87 |
| 300 | 3.14 |
| 500 | 3.29 |
| 1000 | 3.48 |