

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat/Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di :

Tempat : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung dan
CV. Reksa Karya Abadi, Air Itam, Pangkalpinang

Waktu : Lama penelitian terhitung sejak ujian proposal sampai dengan
ujian pendadaran/sidang akhir.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian beton ini antara lain: semen, air, agregat (kasar dan halus), serat kulit kayu Andilau dan Natrium Hidroksida (NaOH).

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland* komposit (termasuk dalam semen jenis tipe I) dengan merek Conch.

2. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air yang berasal dari air sumur di CV. Reksa Karya Abadi.

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian adalah agregat kasar yang berasal dari desa Air Mesu, Kabupaten Bangka Tengah.

4. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat halus yang berasal dari desa Namang, Kabupaten Bangka Tengah.

5. Serat Kulit Kayu Andilau

Serat kulit kayu Andilau yang digunakan diambil dari hutan di Desa Berang, Kecamatan Simpang Teritip, Kabupaten Bangka Barat.



Sumber: Data Penelitian, 2020

Gambar 3.1 Serat Kulit Kayu Andilau

6. Natrium Hidroksida (NaOH)

NaOH yang digunakan untuk perendaman serat akan dilarutkan dalam air dengan konsentrasi 0,5 Mol.

7. Multipleks

Multipleks merupakan kayu olahan yang terbuat dari lembaran-lembaran kayu tipis, multipleks akan digunakan untuk membuat bekisting benda uji balok. Multipleks yang akan digunakan memiliki tebal 9 mm.

8. Paku

Paku yang akan digunakan untuk pembuatan bekisting dengan ukuran $\frac{3}{4}$ ".

9. Kayu Kaso

Kayu kaso berukuran 4x6 akan digunakan pada pembuatan bekisting balok.

3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

1. Satu Set Saringan

Saringan adalah alat yang digunakan mengetahui gradasi ukuran dari agregat kasar dan agregat halus. Ukuran saringan yang digunakan yaitu no. saringan $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{8}$ ", $\frac{1}{16}$, no 30, no 50, no 100, no 200 dan pan.

2. Timbangan

Timbangan akan digunakan untuk melakukan pengukuran berat bahan dan benda uji.

3. Oven Elektrik

Oven elektrik akan diperlukan untuk mengeringkan bahan-bahan yang akan dipakai dengan suhu tertentu.

4. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.

5. Kerucut Terpancung dan Batang Baja

Kerucut terpancung adalah alat yang berfungsi untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Dalam kerucut terpancung juga terdapat batang baja yang digunakan untuk menumbuk agregat halus.

6. Alat Uji *Slump*

Alat uji *slump* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur *slump* beton segar, alat pengujian *slump* berupa kerucut Abrams.

7. Batang Baja

Batang baja berfungsi sebagai alat penumbuk dan pemadat adukan beton yang ada dalam cetakan beton maupun dalam uji *slump*.

8. Cetakan Silinder Beton

Cetakan benda uji berupa silinder baja dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

9. Bekisting Balok

Benda uji balok akan dibuat dengan bekisting atau cetakan dari triplek yang dibuat sesuai dengan ukuran benda uji balok yaitu penampang ukuran 150 x 150 mm dengan panjang 600 mm.

10. Mesin Penguncang Saringan (*Shieve Shaker*)

Mesin penguncang adalah alat yang berfungsi menggerakkan saringan agar dapat menyaring bahan-bahan secara merata.

11. Timbangan Berat Jenis

Timbangan berat jenis adalah timbangan yang digunakan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan air agregat kasar yang dilengkapi dengan keranjang kawat dan bak untuk menampung air.

12. Mesin *Mixer* Beton

Mesin *Mixer* beton berfungsi sebagai alat pengadukan campuran beton.

13. Bak Perendam

Bak perendam berfungsi sebagai tempat untuk merendamkan benda uji pada saat pemeliharaan.

14. Mesin *Los Angeles*

Mesin *Los Angeles* adalah alat untuk pengujian keausan agregat kasar.

15. Alat Uji Tekan dan Tarik Belah Beton

Alat pengujian kuat tekan dan tarik belah beton adalah Mesin UTM (*Universal Testing Machine*). Mesin ini adalah salah satu alat uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan/benda uji dengan memberikan gaya tekanan.

16. Alat Uji Lentur dengan Dua Titik Pembebanan

Alat yang digunakan adalah *Hydraulic concrete beam testing*. Alat ini digunakan untuk pengujian kuat lentur dengan perlengkapan manometer jarum pembacaan beban.

17. Cawan

Cawan adalah alat yang berfungsi sebagai tempat atau wadah bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian.

18. Talam

Talam adalah wadah yang digunakan untuk meletakkan benda uji dan ataupun ketika pembuatan benda uji.

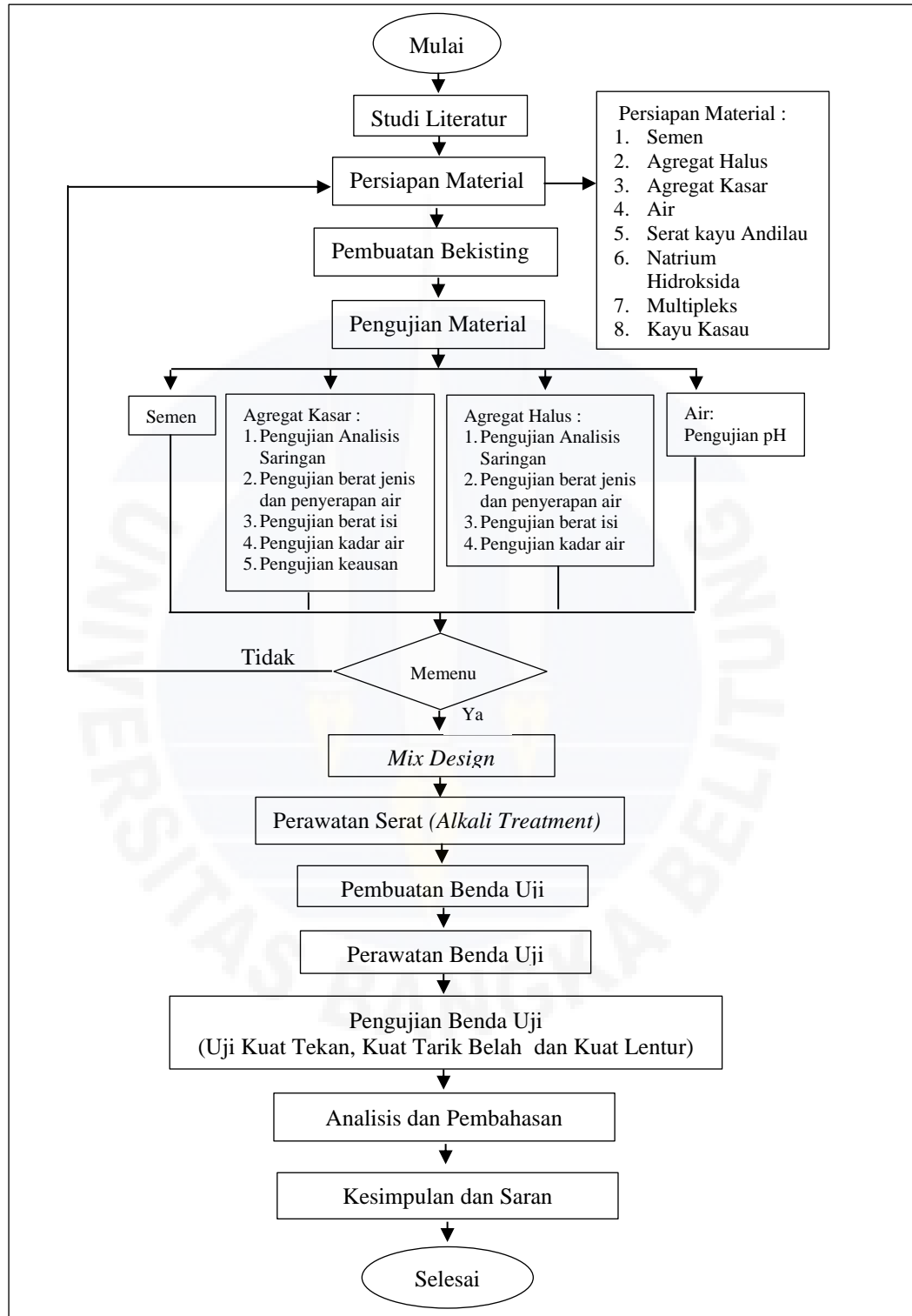
19. Bejana Baja

Bejana baja adalah alat yang digunakan untuk pengujian berat isi agregat halus dan agregat kasar.

20. Alat Bantu Lainnya.

3.3 Langkah-langkah Penelitian

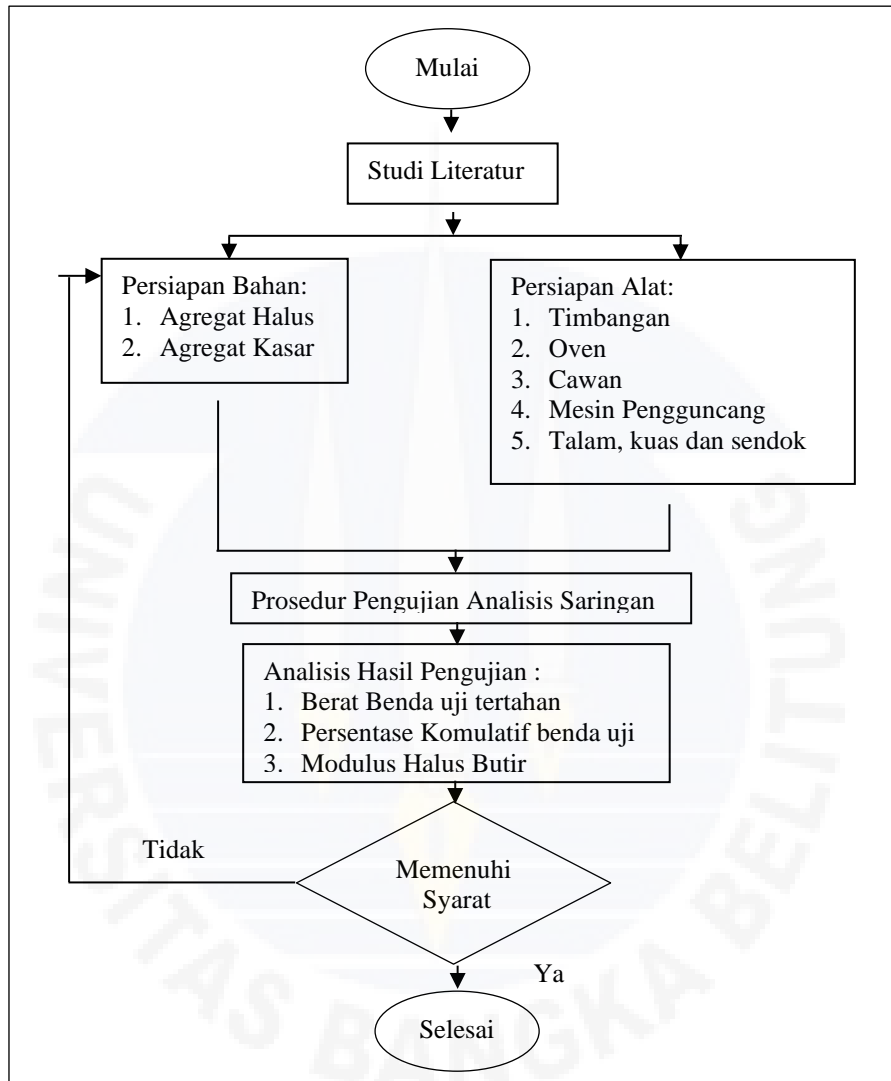
Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.3.1 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus

Pengujian analisis saringan agregat kasar dan agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI-03-1968-1990. Diagram alir pengujian analisis saringan agregat kasar dan halus dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

Tahap-tahap pengujian analisis saringan adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Timbangan dan neraca dengan ketelitiannya 0,2% dari berat benda uji;
- b. Satu set saringan: 37,5 mm (3"); 63,5 mm (2 ½"); 50,8 mm (2"); 19,1 mm (¾"); 12,5 mm (½"); 9,5 mm (⅜"); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm);

No.16 (1,18 mm); No.30 (0,600 mm); No.50 (0,300 mm); No.100 (0,150 mm); No. 200 (0,075 mm);

- c. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110+5)^{\circ}\text{C}$;
- d. Alat pemisah contoh;
- e. Mesin pengguncang saringan;
- f. Talam-talam;
- g. Kuas, sikat kuningan, sendok, dan alat-alat lainnya.

2. Benda Uji

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat banyak benda uji disiapkan berdasarkan standar yang berlaku dan terkait kecuali apabila butiran yang melalui saringan No. 200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian.

- a. Agregat halus terdiri dari:
 - a. Ukuran maksimum 4,76 mm; berat minimum 500 gram;
 - b. Ukuran maksimum 2,38 mm; berat minimum 100 gram.
- b. Agregat kasar terdiri dari:
 - 1) Ukuran maksimum 3,5"; berat minimum 35,0 kg;
 - 2) Ukuran maksimum 3"; berat minimum 30,0 kg;
 - 3) Ukuran maksimum 2,5"; berat minimum 25 kg;
 - 4) Ukuran maksimum 2"; berat minimum 20,0 kg;
 - 5) Ukuran maksimum 2,5"; berat minimum 15,0 kg;
 - 6) Ukuran maksimum 1"; berat minimum 10,0 kg;
 - 7) Ukuran maksimum $\frac{3}{4}$ "; berat minimum 5 kg;
 - 8) Ukuran maksimum $\frac{1}{2}$ " ; berat minimum 2,5 kg;
 - 9) Ukuran maksimum $\frac{3}{8}$ "; berat minimum 1,0 kg.
- c. Bila agregat berupa campuran dari agregat halus dan agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian dengan saringan No. 4. Selanjutnya agregat halus dan agregat disediakan sebanyak sejumlah seperti tercantum diatas.

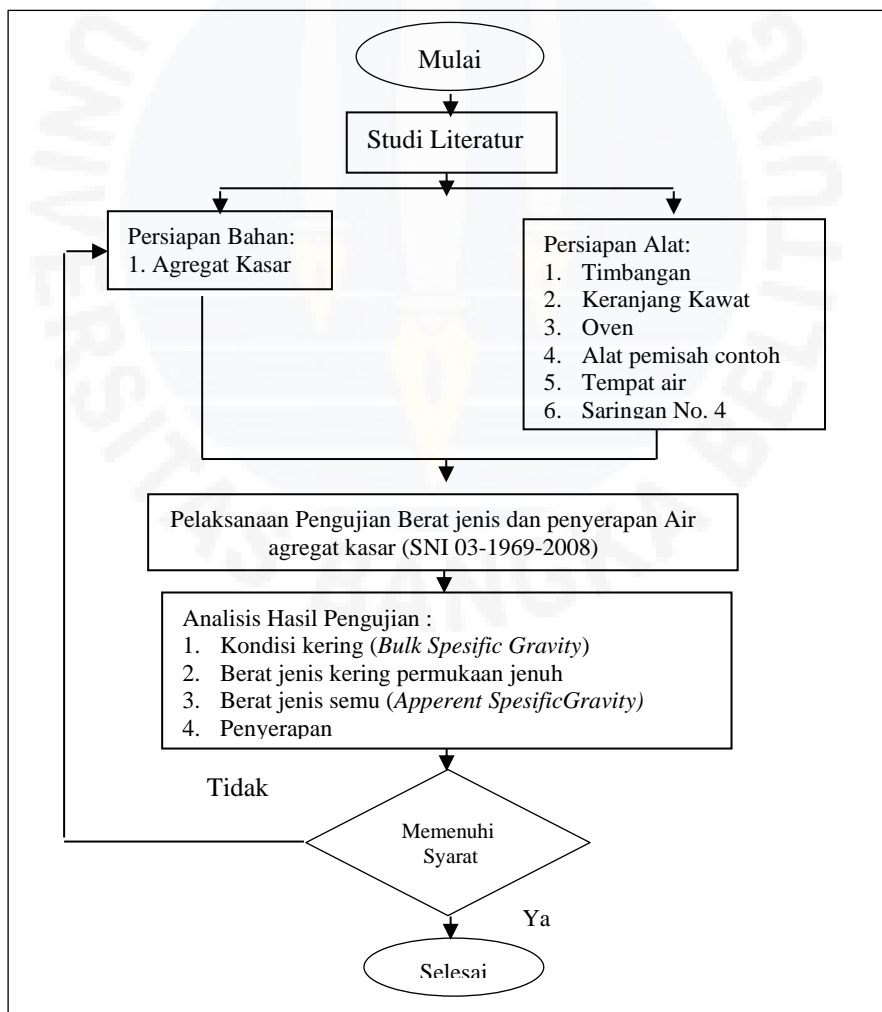
3. Pengujian

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.

- a. Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap;
- b. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

3.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dalam penelitian ini berdasarkan SNI-03-1969-2008. Diagram alir pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat

Tahap-tahap pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

2. Benda Uji

Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan No. 4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak kira-kira 5 kg.

3. Cara Pengujian atau Prosedur

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan;
- b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$; sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven;
- c. Dinginkan contoh uji pada temperatur kamar selama satu sampai tiga jam, atau sampai agregat telah dingin pada suatu temperatur (kira-kira 50°C (Bk));

- d. Setelah ditentukan beratnya, segera tempatkan contoh uji yang berada dalam kondisi jenuh kering permukaan tersebut didalam wadah lalu tentukan beratnya di dalam air, pada temperatur $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$;
- e. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu per satu;
- f. Timbang benda uji kering permukaan jenuh (B_j);
- g. Letakkan benda uji didalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (B_a), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (23°C);
- h. Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan; bahan semacam ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati, dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata-rata yang memuaskan.

3.3.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI-03-1970-2008.

Tahap-tahap pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0,1 gram;
- b. Piknometer dengan kapasitas 500 ml;
- c. Kerucut terpancung, diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm;
- d. 4 batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm;

- e. Saringan No.4 (4,75 mm);
- f. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- g. Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 1°C ;
- h. Talam;
- i. Bejana tempat air;
- j. Pompa hampa udara atau tungku;
- k. Desikator.

2. Benda Uji

Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No.4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat (*quatering*) sebanyak 100 gram.

3. Cara pengujian atau Prosedurnya

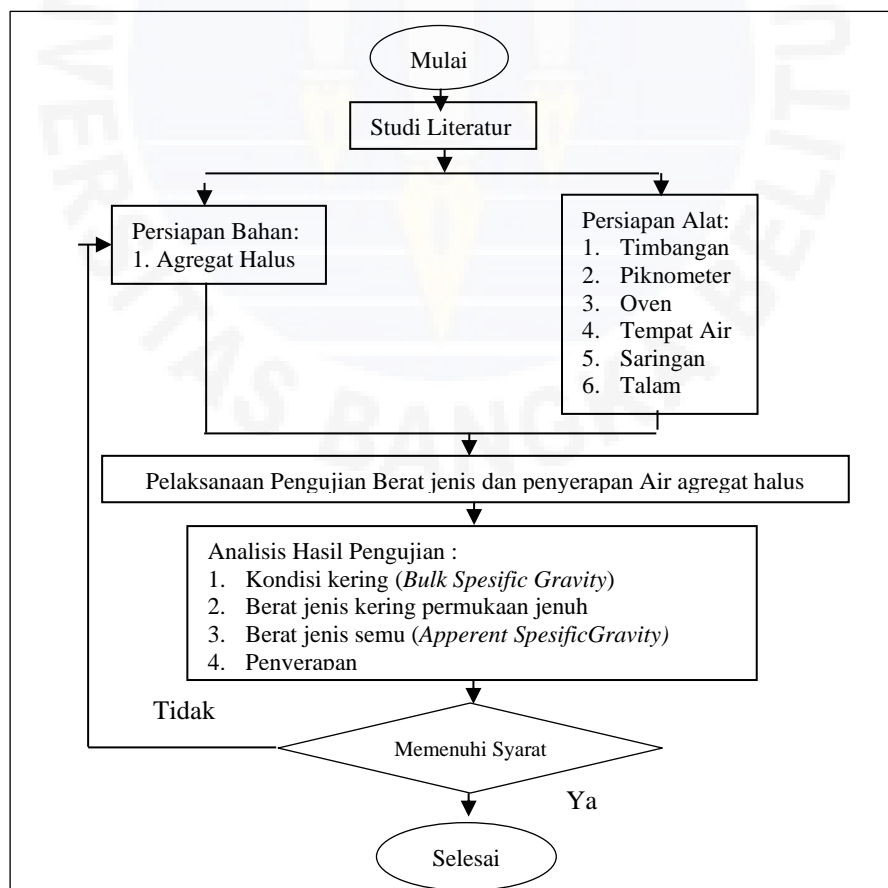
Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap; yang dimaksud berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1%; dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama (24 ± 4) jam;
- b. Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan diudara panas dengan cara membalik-balikan benda uji; lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh;
- c. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung; keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak;
- d. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji kedalam piknometer; masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya; untuk mempercepat proses ini dapat

dipergunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terisap, dapat juga dilakukan dengan merebus piknometer;

- e. Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C ;
- f. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas;
- g. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt);
- h. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator;
- i. Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (Bk);
- j. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air gunakan penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

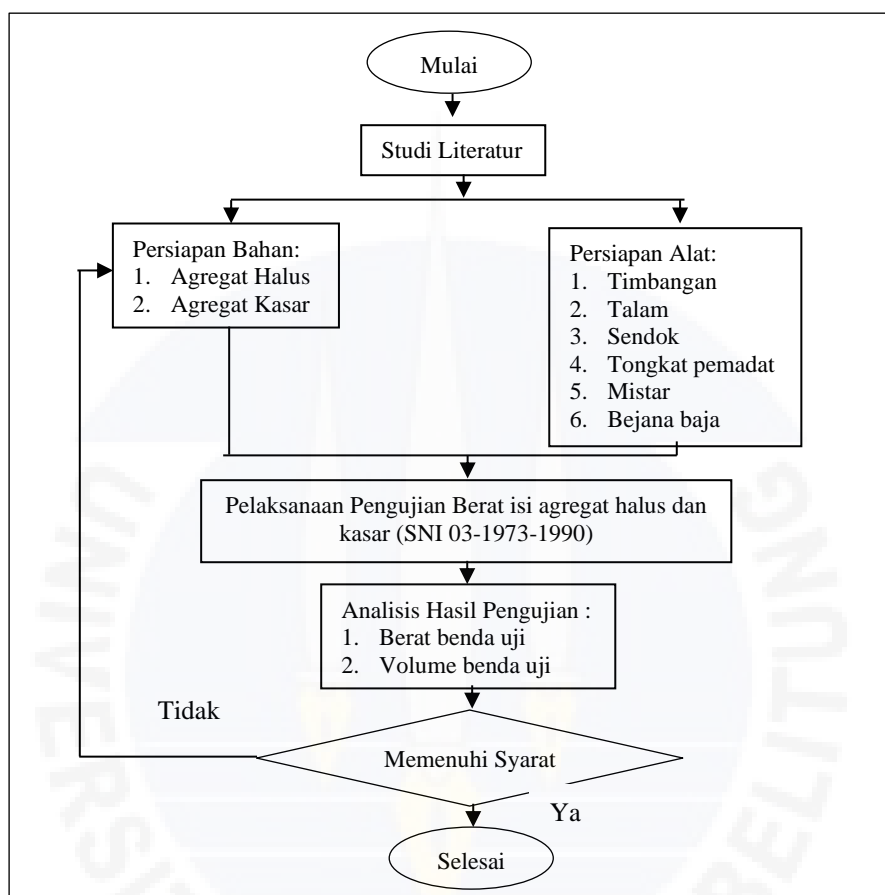
Diagram alir pengujian berat jenis dan penyerapan agregat khalus dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 Diagram Alir Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat

3.3.4 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus

Pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI-03-1973-1990. Diagram alir pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 Diagram Alir Pengujian berat isi agregat kasar dan halus

Tahap-tahap pengujian berat isi agregat kasar dan halus adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Untuk melakukan pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus diperlukan peralatan sebagai berikut:

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh;
- b. Tongkat pemadat, dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm, ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat;
- c. Alat perata;

- d. Takaran berbentuk silinder dengan kapasitas dan penggunaan sebagai berikut:

Kapasitas 6 liter, ukuran maksimum agregat kasar 25 mm

Kapasitas 10 liter, ukuran maksimum agregat kasar 37,5 mm

Kapasitas 14 liter, ukuran maksimum agregat kasar 50 mm

Kapasitas 28 liter, ukuran maksimum agregat kasar 75 mm

2. Benda Uji

Pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton.

3. Cara Pengujian

Untuk mengadakan pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus harus diikuti tahapan sebagai berikut:

- a. Isi takaran dengan benda uji dalam 3 lapis;
- b. Tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan lapisan pertama, tongkat tidak boleh mengenai dasar takaran, pada pemadatan lapisan kedua dan ketiga, tongkat boleh masuk sampai kira-kira 25,4 mm dibawah lapisan sebelumnya, untuk takaran 20 liter dilakukan penusukan 50 kali secara merata pada tiap-tiap permukaan lapisan.
- c. Seteah selesai pemadatan, ketuklah sisi takaran sampai tidak terlihat gelembung-gelembung udara pada permukaan serta rongga-rongga bekas tusukan tertusuk, kadar udara dari beton tidak ditentukan;
- d. Ratakan permukaan benda uji dan tentukan beratnya.

3.3.5 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar dan Agregat Halus

Pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI-03-1971-1990.

Tahap-tahap pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus adalah sebagai berikut:

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh;
- b. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- c. Talam logam tahan karat berkapasitas besar untuk mengeringkan benda uji.

2. Benda Uji

Benda uji untuk pemeriksaan agregat minimum tergantung pada ukuran butir maksimum sesuai daftar Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Berat maksimum benda uji

Ukuran butir maksimum		Berat (w) agregat maksimum (kg)
mm	inci	
6,3	$\frac{1}{4}$	0,5
9,5	$\frac{3}{8}$	1,5
12,7	$\frac{1}{2}$	2,0
19,1	$\frac{3}{4}$	3,0
25,4	1	4,0
38,1	$1 \frac{1}{2}$	6,0
50,8	2	8,0
63,5	$2 \frac{1}{2}$	10,0
76,2	3	13,0
88,9	$3 \frac{1}{2}$	16,0
101,6	4	25
152,4	6	50

Sumber: SNI-03-1971-1990

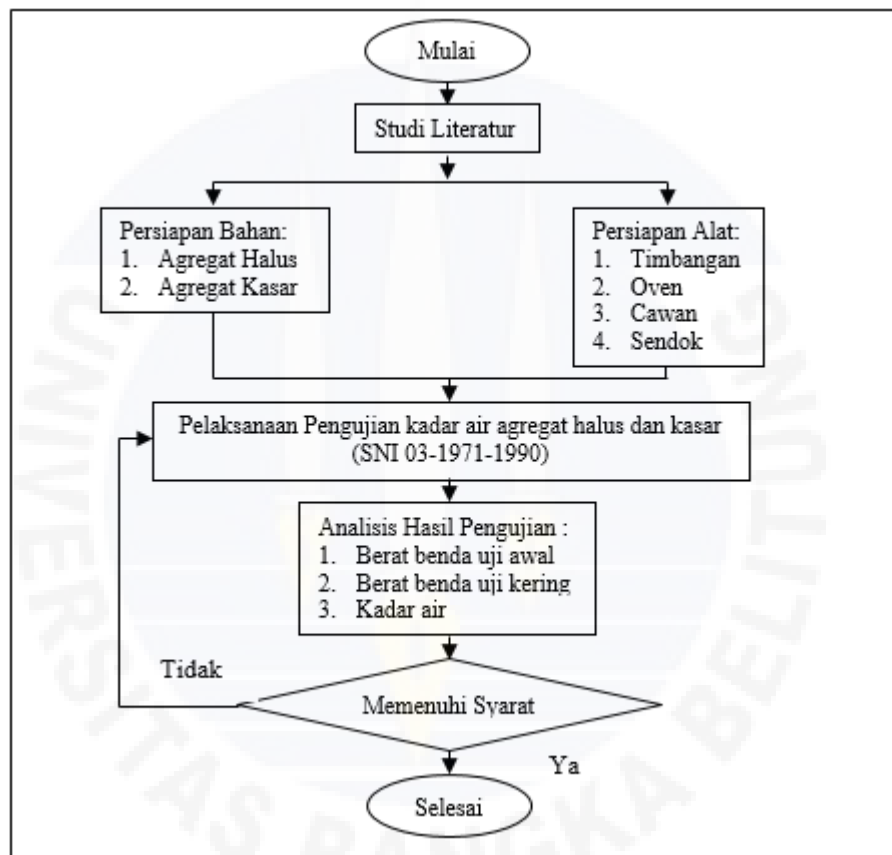
3. Cara Pengujian

Urutan pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Timbang dan catatlah berat talam (W1);
- b. Masukkan benda uji kedalam talam kemudian timbang dan catat beratnya (W2);

- c. Hitunglah berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$);
- d. Keringkan benda uji beserta dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap;
- e. Setelah kering, timbang dan catat benda uji beserta talam (W_4);
- f. Hitunglah berat benda uji kering ($W_5 = W_4 - W_1$).

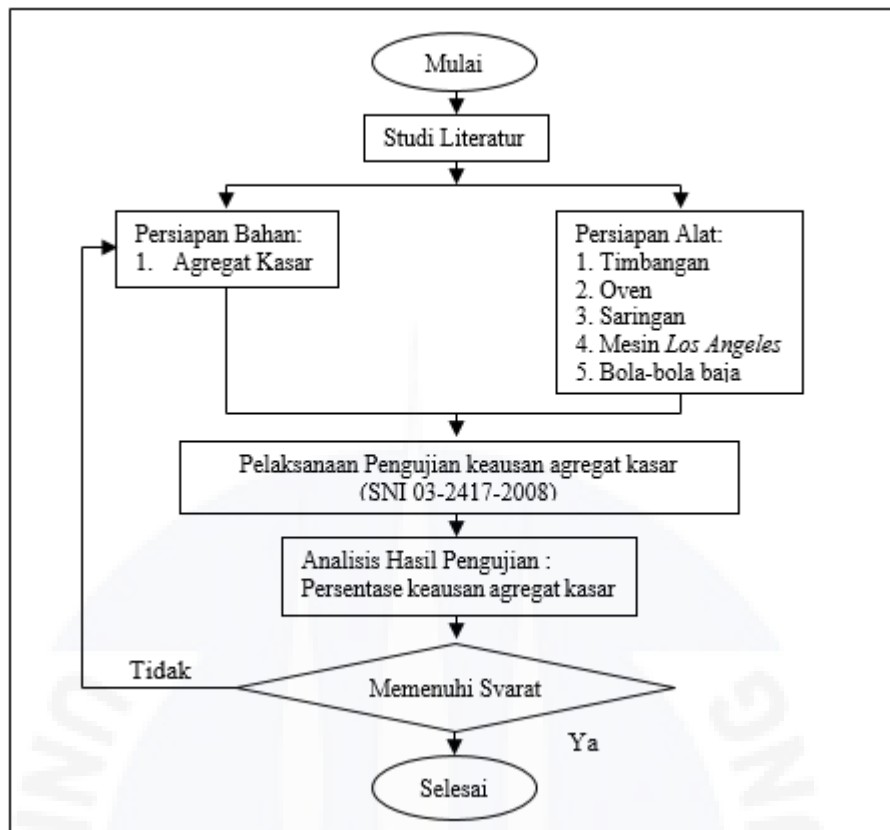
Diagram alir pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut ini.



Gambar 3.7 Diagram Alir Pengujian kadar air agregat kasar dan halus

3.3.6 Pengujian Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin *Los Angeles*

Pengujian keausan agregat kasar dengan mesin *los angeles* dalam penelitian ini berdasarkan SNI-03-2417-2008. Diagram alir pengujian keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 Diagram Alir Pengujian keausan agregat kasar

Tahap-tahap pengujian keausan agregat kasar adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Peralatan untuk pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Mesin Abrasi *Los Angeles* : mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 711 mm (28") panjang dalam 508 mm (20"), silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar, silinder berlubang untuk memasukkan benda uji, penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu, di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 89 mm (3,5");
- b. Saringan No. 12 (1,7 mm) dan saringan-saringan lainnya;
- c. Timbangan dengan ketelitian 5 gram;
- d. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (7/8") dan berat masing-masing antara 400 gram sampai 440 gram;

- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.

2. Benda Uji

Benda uji dipersiapkan dengan cara sebagai berikut:

- a. Berat dan gradasi benda uji sesuai daftar;
- b. Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.

3. Cara Pengujian

Pengujian dilaksanakan dengan cara sebagai berikut.

- a. Pengujian ketahanan agregat kasar terhadap keausan dapat dilakukan dengan salah satu dari 7 (tujuh) cara berikut:
 - 1) Cara A: Gradasi A, bahan lolos 37,5 mm sampai tertahan 9,5 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 500 putaran;
 - 2) Cara B: Gradasi B, bahan lolos 19 mm sampai tertahan 9,5 mm. Jumlah bola 11 buah dengan 500 putaran;
 - 3) Cara C: Gradasi C, bahan lolos 9,5 mm sampai tertahan 4,75 mm. Jumlah bola 8 buah dengan 500 putaran;
 - 4) Cara D: Gradasi D, bahan lolos 4,75 mm sampai tertahan 2,36 mm. Jumlah bola 6 buah dengan 500 putaran;
 - 5) Cara E: Gradasi E, bahan lolos 75 mm sampai tertahan 37,5 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 1000 putaran;
 - 6) Cara F: Gradasi F, bahan lolos 50 mm sampai tertahan 25 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 1000 putaran;
 - 7) Cara G: Gradasi G, bahan lolos 37,5 mm sampai tertahan 19 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 1000 putaran;

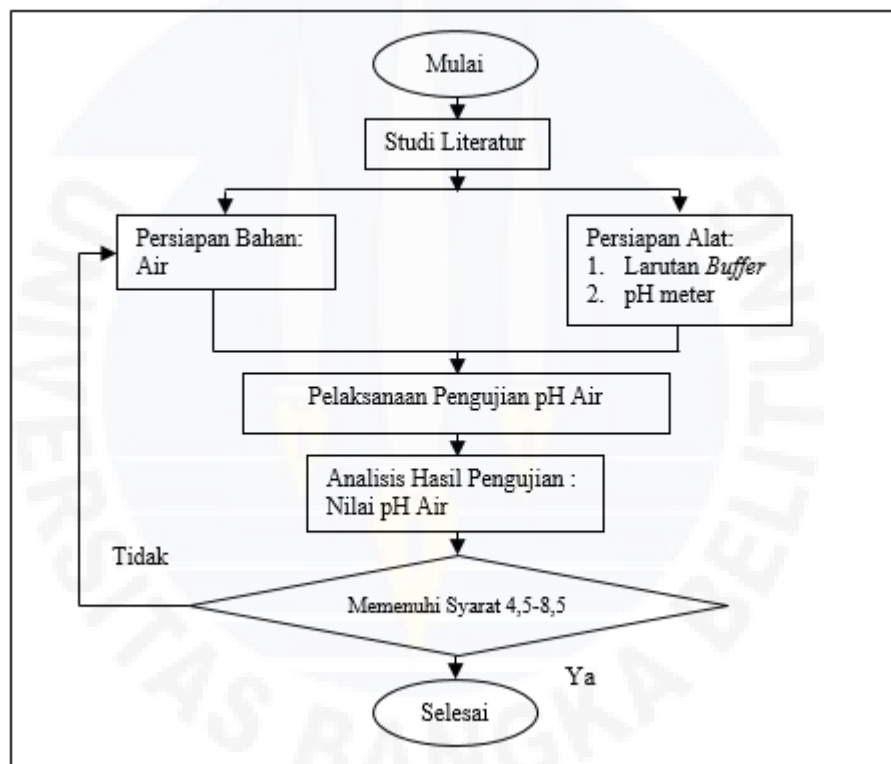
Bila tidak ditentukan cara yang harus dilakukan, maka pemilihan gradasi disesuaikan dengan contoh material yang merupakan wakil dari material yang akan digunakan;

- a. Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin *Los Angeles*;
- b. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai dengan 33 rpm. Jumlah putaran gradasi A, B, C, dan D 500 putaran dan untuk gradasi E, F, dan G 1000 putaran;

- c. Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No. 12 (1,7 mm), butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.

3.3.7 Pengujian pH Air

Pengujian air untuk campuran beton dilakukan dengan cara pengujian pH meter, pH air yang diijinkan untuk campuran beton adalah minimal 4,5 sampai dengan 8,5 (Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum, 2018). Diagram alir pengujian pH air dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 Diagram Alir Pengujian pH

Tahap-tahap pengujian pH air adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Untuk melakukan pengujian pH air diperlukan peralatan sebagai berikut :

- a. Larutan *buffer*
- b. pH meter digital

2. Benda Uji

Air yang memenuhi spesifikasi oleh visual.

3. Percobaan

- a. Alat pH meter dicelupkan kedalam larutan *Buffer*.
- b. Alat pH meter dicelupkan kedalam air yang akan diuji.

3.3.8 Perawatan serat dengan larutan NaOH

Serat Kulit kayu Andilau yang akan digunakan dalam campuran beton terlebih dahulu akan mendapat perlakuan alkali (alkali *treatment*) dengan cara perendaman dengan larutan NaOH. Adapun tahapan perawatan serat akan dilakukan sebagai berikut.

1. Tahap pengolahan serat kulit kayu Andilau sebagai berikut:
 - a. Ambil serat kulit Kayu Andilau dengan menebang pohon kayu Andilau,
 - b. Pohon yang telah ditebang, kemudian diambil kulit bagian dalamnya,
 - c. Kemudian serat direndam selama 12 jam untuk membersihkan permukaan serat,
 - d. Setelah direndam serat dikeringkan,
 - e. Serat yang akan digunakan dalam campuran beton akan dipotong-potong dengan ukuran panjang 50 mm dengan lebar antara 10 sampai 30 mm,

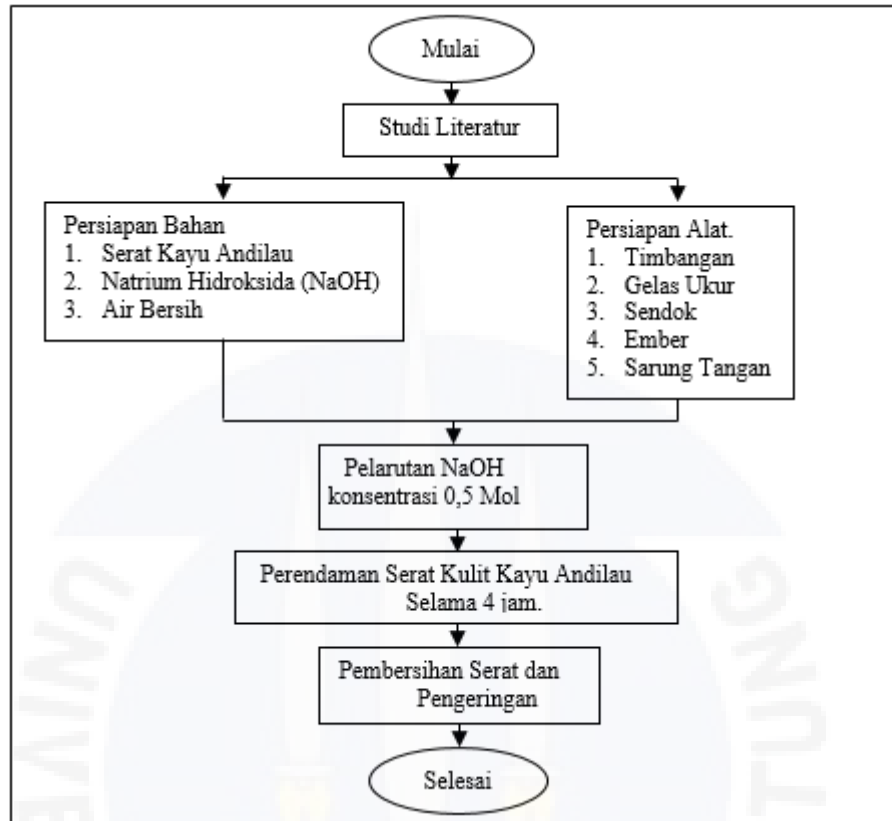
2. Tahap perawatan serat kulit kayu Andilau dengan larutan NaOH

Sebelum dicampurkan kedalam adukan beton segar serat akan dilakukan perlakuan awal, yaitu direndam dengan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) selama 4 jam.

Tahap perawatan serat dengan larutan alkali adalah sebagai berikut:

- a. Perhitungan konsentrasi molaritas larutan NaOH terlebih dahulu dilakukan dengan menggunakan rumus molaritas (Rumus 2.6);
- b. Kemudian NaOH yang campurkan dengan air sebanyak hasil perhitungan molaritas yang diperlukan;
- c. Setelah itu serat yang telah dipotong-potong sesuai ukuran yang ditetapkan dimasukkan kedalam larutan NaOH dan direndam selama 4 jam;
- d. Kemudian serat dibersihkan dengan cara membilasnya dengan air bersih;
- e. Kemudian serat dibiarkan hingga kering dan siap dicampurkan kedalam adukan beton.

Diagram alir Alkali *Treatment* serat kulit kayu Andilau dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut ini.



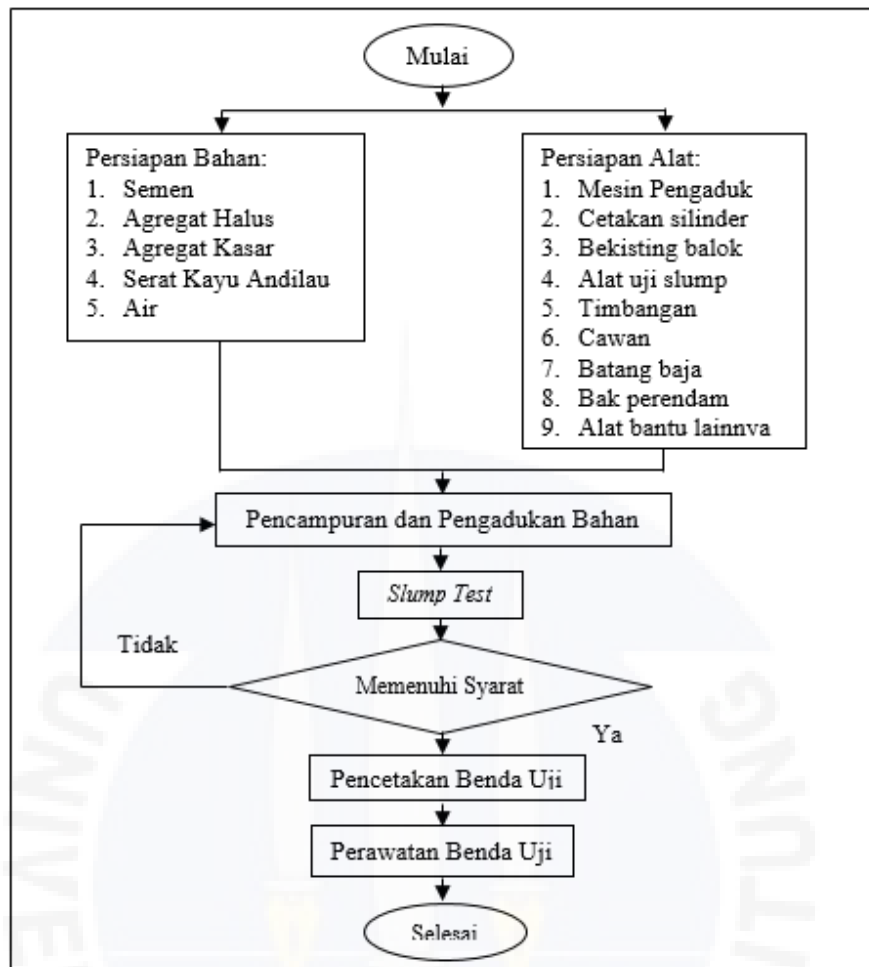
Gambar 3.10 Diagram Alir alkali *treatment* pada serat

3.3.9 Pembuatan Rencana Campuran beton (*mix design*)

Dalam penelitian ini komposisi perancangan campuran beton (*mix design*) akan direncanakan berdasarkan SNI-03-2834-2000 dengan kekuatan yang direncanakan ($f'c$) beton normal 20 MPa. Dengan mengikuti prosedur pada metode tersebut maka akan diperoleh kebutuhan bahan-bahan penyusun beton serat untuk setiap m^3 .

3.3.10 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan dibuat terdiri dari silinder berdiameter 150 mm dengan tinggi 300 mm dan balok dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm. Diagram alir pembuatan benda uji dapat dilihat pada gambar 3.11 berikut ini.



Gambar 3.11 Diagram Alir Pembuatan benda uji

Tahap-tahap pembuatan benda uji adalah sebagai berikut.

1. Pembuatan campuran adukan beton sesuai proporsi campuran hasil perhitungan beton serat.
 - a. Persiapan bahan campuran adukan beton

Bahan-bahan penyusun beton seperti agregat halus, agregat kasar, dan semen disiapkan terlebih dahulu dalam kondisi *saturated surface dry* (SSD). Ini dilakukan agar bahan-bahan tersebut tidak menyerap air atau menambah air pada proses pencampuran yang akan mempengaruhi kekuatan beton.
 - b. Setelah persiapan bahan, tahap selanjutnya yaitu dilakukan pencampuran. Perbandingan berat bahan-bahan susun beton diperhitungkan menggunakan metode.

2. Penambahan serat kulit kayu Andilau ke dalam campuran beton
 - a. Serat disebar secara merata ke dalam *concrete mixer* berisi adukan beton yang berputar dengan kecepatan normal.
 - b. Penyebaran serat dilakukan dengan hati-hati dan diusahakan agar serat tersebar secara individu di dalam adukan beton sehingga tidak terjadi penggumpalan serat (*balling effect*) yang dapat mempengaruhi kekuatan beton serat.
3. Pemeriksaan nilai *slump*
 - a. Menyiapkan alat *Slump test* (kerucut Abrams), lalu adukan beton dimasukkan di dalamnya hingga 1/3 bagian, lalu dipadatkan dengan alat penumbuk sebanyak 25 kali. Menambahkan adukan sampai 2/3 bagian lalu ditumbuk 25 kali kembali. Menambahkan adukan sampai penuh lalu ditumbuk sebanyak 25 kali lalu bagian atas diratakan.
 - b. Setelah diratakan, kerucut Abrams diangkat lurus ke atas dan mengukur penurunan yang terjadi (nilai *Slump*).
 - c. Nilai *slump* diambil pada saat sebelum dan sesudah serat dimasukkan ke dalam adukan beton, kemudian nilai *slump* dicatat.
4. Pencetakan benda uji silinder dan balok
 - a. Menyiapkan cetakan benda uji. Cetakan berupa silinder baja untuk benda uji kuat tekan dan kuat tarik belah, sedangkan untuk benda uji kuat lentur cetakan (Bekisting) dibuat dari multipleks sesuai ukuran benda uji balok.
 - b. Memasukkan adukan ke dalam cetakan hingga penuh sambil dipadatkan, hal ini bertujuan agar tidak terjadi *segregasi* di campuran beton.
 - c. Setelah cetakan penuh dan padat, permukaan diratakan.
 - d. Melepaskan beton dari cetakan setelah 24 jam.
 - e. Memberikan masing-masing kode sampel di atas cetakan beton.
5. Perawatan terhadap benda uji (*curing*)

Tahap ini bertujuan agar permukaan beton segar selalu lembab sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin agar proses hidrasi dapat berlangsung dengan baik dan proses pengerasan terjadi dengan sempurna sehingga tidak terjadi retak-retak pada

beton dan mutu beton dapat terjamin. Perawatan dilakukan dengan cara merendam untuk benda uji dalam air.

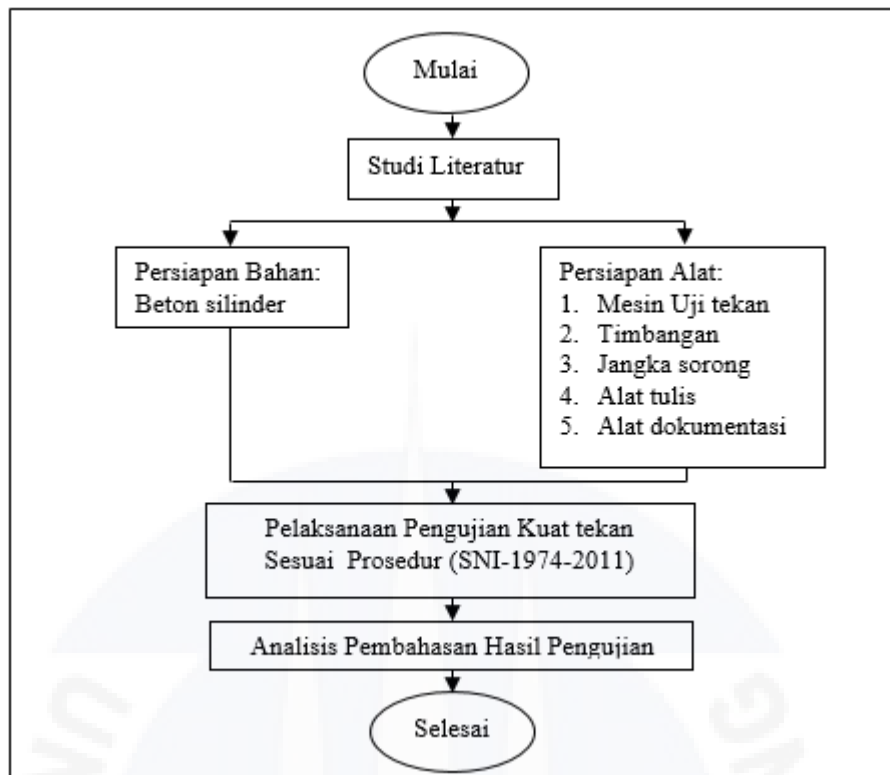
Adapun jumlah benda uji serta kode benda uji dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Jumlah dan kode rencana benda uji

Persentase serat	0%	1%	2%	3%	Total
Kuat tekan	T.0.I T.0.II T.0.II	T.1.I T.1.II T.1.II	T.2.I T.2.II T.2.III	T.3.I T.3.II T.3.III	12 (Silinder)
Kuat tarik belah	TB.0.I TB.0.II TB.0.III	TB.1.I TB.1.II TB.1.III	TB.2.I TB.2.II TB.2.III	TB.3.I TB.3.II TB.3.III	12 (Silinder)
Kuat lentur	L.0.I L.0.II L.0.II	L.1.I L.1.II L.1.II	L.2.I L.2.II L.2.III	L.3.I L.3.II L.3.III	12 (Balok)
Jumlah	9	9	9	9	36

3.3.11 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada pengujian ini, beton dilakukan terhadap jenis campuran beton pada umur 28 hari dengan benda uji masing-masing 3 buah. Pengujian ini menggunakan mesin uji tekan *Universal Testing Machine*. Pengujian kuat tekan beton akan dilakukan berdasarkan SNI-1974-2011. Diagram alir pengujian kuat tekan dapat dilihat pada gambar 3.12 berikut ini.



Gambar 3.12 Diagram alir pengujian kuat tekan

Tahap-tahap pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton diperlukan peralatan sebagai berikut:

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh,
- b. Mesin tekan, kapasitas sesuai kebutuhan.

2. Persiapan pengujian.

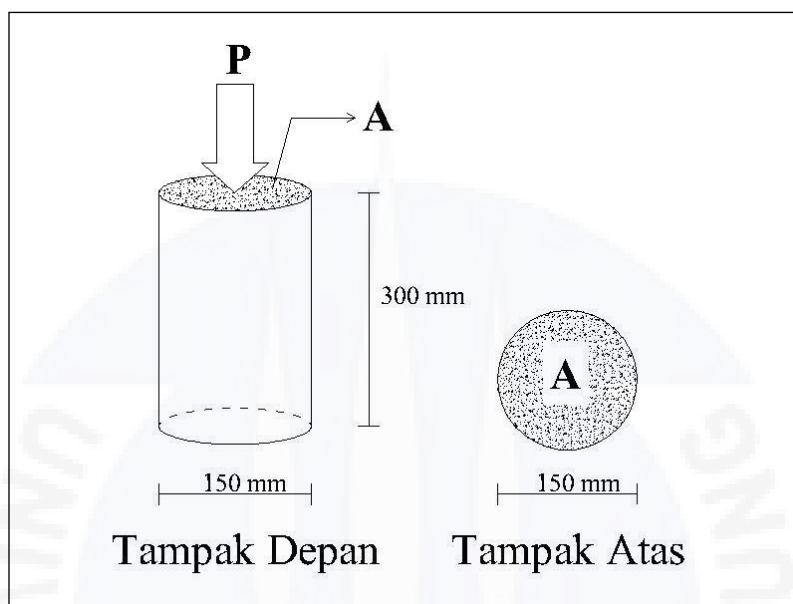
Benda uji yang akan ditentukan kekuatannya diambil dari bak perendam/pematangan (*curing*), kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab. Setelah benda uji kering ditimbang berat dan diukur kembali dimensi benda uji.

3. Cara pengujian

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara centris.

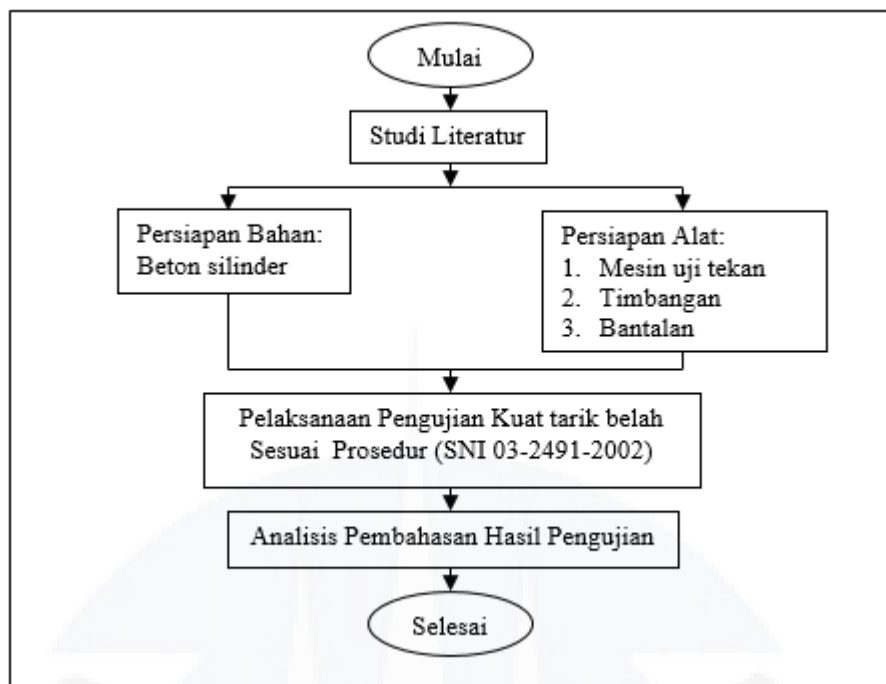
- b. mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- c. Pembebanan dilakukan sampai uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.
- d. Bentuk pecah digambar dan keadaan benda uji dicatat.



Gambar 3.13 Pembebanan pada pengujian kuat tekan

3.3.12 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pada pengujian kuat tarik belah beton dilakukan terhadap jenis campuran beton pada umur 28 hari dengan benda uji masing-masing 3 buah. Pengujian ini menggunakan mesin uji tekan *Universal Testing Machine*. Diagram alir pengujian kuat tekan dapat dilihat pada gambar 3.14 berikut ini.

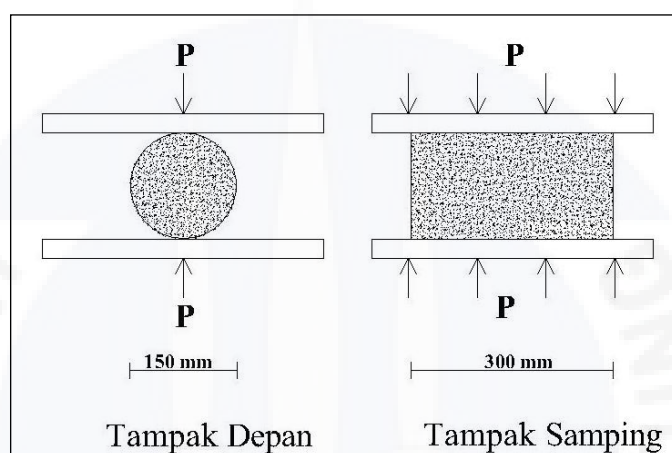


Gambar 3.14 Diagram alir pengujian kuat tarik belah

Untuk melaksanakan pengujian kuat tarik belah beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut, (menurut SNI-2491-2014):

1. Diameter benda uji ditentukan dengan ketelitian sampai 0,25 mm yang merupakan harga rata-rata dari tiga kali pengukuran diameter pada kedua ujung dan bagian tengah benda uji.
2. Benda uji diletakkan pada posisi uji dengan berpedoman pada tanda garis tengah pada kedua ujung.
3. Sebuah dari dua bantalan bantu diletakkan pembebanan yang terbuat dari kayu lapis pada tengah-tengah pelat menekan bagian bawah dari mesin uji.
4. Benda uji diletakkan diatas bantalan bantu dari kayu lapis tersebut sedemikian rupa hingga tanda garis tengah pada benda uji terlihat tegak lurus terhadap titik tengah dari bantalan kayu lapis.
5. Bantalan kayu lapis lainnya diletakkan memanjang diatas silinder sedemikian rupa bagian tengahnya tepat berpotongan dengan tanda garis tengah yang ada pada ujung silinder.
6. Posisi pengujian diatur hingga tercapai kondisi sebagai berikut:

- a. Proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada kedua ujung benda uji tepat berpotongan dengan titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin pengujian.
 - b. Bila digunakan pelat atau batang penekan tambahan, titik tengahnya dan titik tengah benda uji pada posisi uji, harus berada tepat dibawah titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin pengujian.
7. Benda uji diletakkan pada posisi uji dengan menggunakan peralatan bantu perletakkan benda uji.



Sumber: Data Penelitian

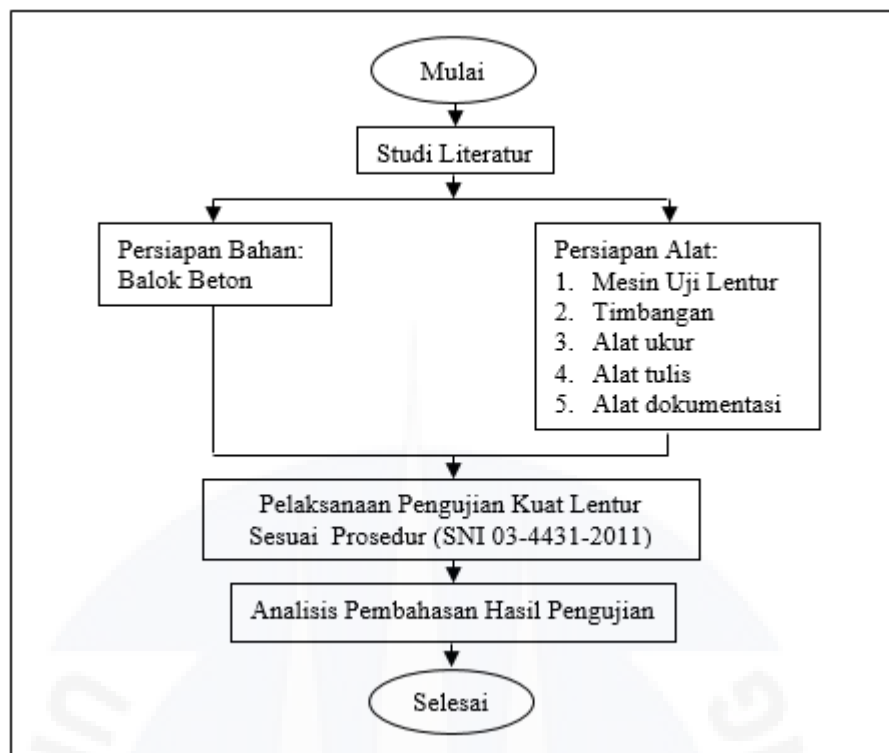
Gambar 3.15 Pembebanan pada pengujian kuat tarik belah

Cara perletakkan pengujian kuat tarik belah beton adalah sebagai berikut:

- a. Letakkan bantalan-bantalan bantu pembebanan dari kayu lapis, benda uji dan peralatan tambahan (batang atau pelat penekan tambahan) secara sentris dengan menggunakan peralatan bantu perletakkan benda uji.
- b. Titik tengah pelat penekan tambahan dan titik tengah benda uji pada posisi uji harus berada tepat dibawah titik tengah meja penekan bagian atas.

3.3.13 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian ini menggunakan alat *Hydraulic concrete beam testing*. Pengujian ini dilakukan pada umur beton 28 hari. Diagram alir pengujian kuat lentur beton dapat dilihat pada gambar 3.16 berikut ini.



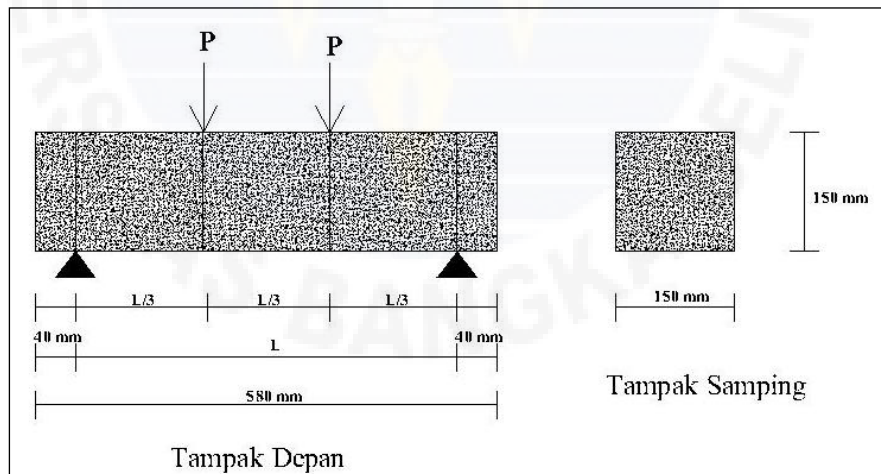
Gambar 3.16 Diagram alir pengujian kuat lentur

Untuk melaksanakan pengujian kuat lentur beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut, (menurut SNI-4431-2011):

1. Siapkan benda uji dan lakukan beberapa hal berikut:
 - a. Ukur dan catat dimensi penampang benda uji dengan jangka sorong;
 - b. Ukur dan catat panjang benda uji pada keempat rusuknya;
 - c. Timbang dan catat berat masing-masing benda uji;
 - d. Buat garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik-titik perletakan;
 - e. Tempatkan benda uji yang telah selesai diukur, timbang dan beri tanda pada tumpuan pada tempat yang tepat dengan sisi atas benda uji pada waktu pengecoran berada dibagian samping alat penekan.

2. Siapkan mesin tekan beton dan lakukan tahapan sebagai berikut:
 - a. Pasang 2 (dua) buah perletakkan dengan lebar bintang 3 kali jarak titik-titik pembebanan dan pasang alat pembebanan sehingga mesin tekan beton berfungsi sebagai alat uji lentur;

- b. Atur pembebanan dan skala pembacaannya;
- c. Tempatkan benda uji yang sudah diberi tanda di atas perletakkan;
- d. Hidupkan mesin uji tekan yang telah dipersiapkan;
- e. Letakkan benda uji pada tumpuan dan atur benda uji sehingga siap untuk pengujian
- f. Atur pembebanannya untuk menghindari terjadi benturan;
- g. Atur katup-katup pada kedudukan pembebanan dan kecepatan pembebanan pada kedudukan yang tepat sehingga jarum skala bergerak secara perlahan;
- h. Kurangi kecepatan pembebanan pada saat-saat menjelang patah yang ditandai dengan kecepatan gerak jarum pada skala beban agak lambat, sehingga tidak terjadi kejut;
- i. Hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang menyebabkan patahnya benda uji;
- j. Ambil benda uji yang telah selesai diuji, yang dapat dilakukan dengan menurunkan plat perletakkan benda uji atau menaikkan alat pembebanannya.



Gambar 3.17 Pembebanan pada pengujian kuat lentur