

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat/Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada :

Tempat : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Waktu : Terhitung sejak ujian proposal sampai dengan ujian sidang akhir.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : semen, agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), air tawar dan air payau. Bahan tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen *Portland* komposit (termasuk dalam jenis semen tipe I) dengan merk Tiga Roda kemasan 50 Kg, dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.

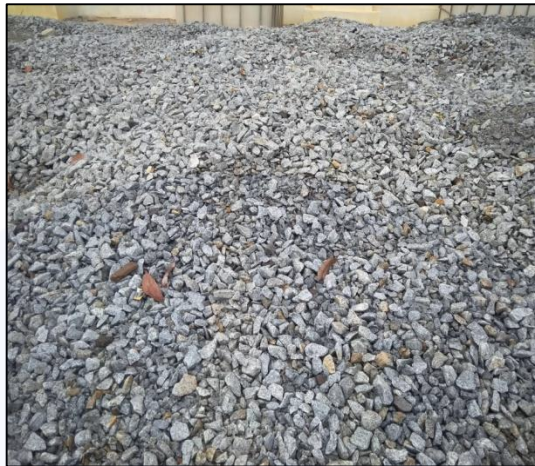


Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020

Gambar 3.1 Semen *portland* komposit

2. Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar yang berasal dari PT. ABI (Aditya Buana Inter) di Desa Jurung Kabupaten Bangka, dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.2 Agregat kasar

3. Agregat halus (pasir)

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat halus yang berasal dari Desa Balunijuk Kabupaten Bangka, dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.3 Agregat halus

4. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung, dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.4 Air

5. Air payau

Air payau yang digunakan pada penelitian ini adalah air payau yang berada dari sumur air payau di Pantai Temberan Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka, dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.5 Sumur air payau

3.2.2 Alat

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

1. Saringan

Menurut SNI 03-1968-1990, satu set saringan terdiri dari: No.1,5 (37,5 mm); No.3/4 (19,1 mm); No.3/8 (9,5 mm); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,6 mm); No.50 (0,3 mm); No.100 (0,15 mm); No.200 (0,075 mm). Dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.

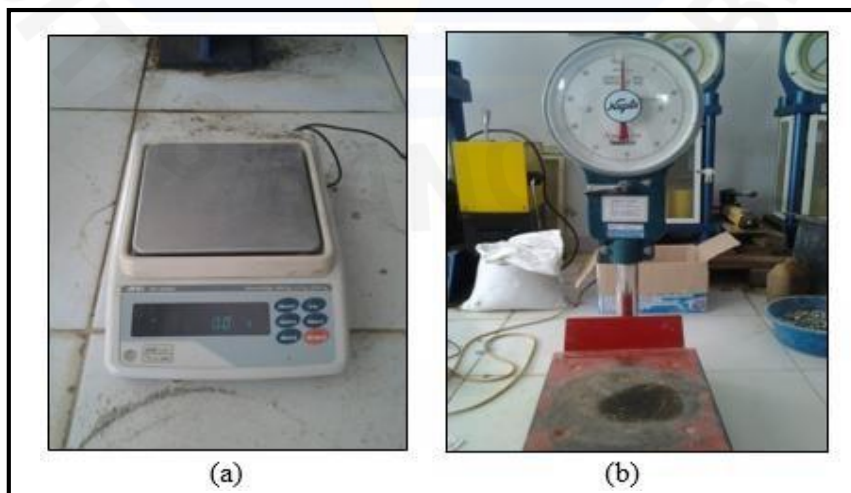


Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.6 Satu set saringan

2. Timbangan

Timbangan adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran berat suatu benda. Berfungsi untuk mengetahui berat suatu benda uji atau bahan-bahan yang akan dipakai. Timbangan yang dipakai dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.7 (a).Timbangan digital (b). Timbangan non digital

3. Oven

Oven adalah alat yang berfungsi untuk mengeringkan bahan-bahan yang akan dipakai dengan pengaturan suhu yang telah ditentukan. Oven yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.8 Oven

4. Cawan

Cawan adalah alat yang berfungsi sebagai tempat atau wadah bahan-bahan yang akan dipakai dalam penelitian. Talam yang dipakai pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.9 Cawan

5. Sendok

Sendok berfungsi sebagai alat pengangkut bahan-bahan dari suatu wadah ke wadah lain dalam skala yang kecil, dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.10 Sendok

6. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus. Piknometer yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan SNI 03-1970-2008 dengan kapasitas 500 mL cukup untuk 500 gram rata-rata sampel benda uji agregat halus. Dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.11 Piknometer

7. Gelar Ukur

Gelas ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur seberapa banyak air yang akan digunakan / dibutuhkan dalam penelitian, adapun gelas ukur yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.12 Gelas ukur

8. Kerucut Terpancung dan Batang Baja

Kerucut terpancung adalah alat yang berfungsi untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Menurut SNI 03-1970-2008, kerucut terpancung terbuat dari baja yang memiliki tebal 0,8 mm, diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm. Sedangkan untuk batang penumbuknya memiliki berat (340 ± 15) gram dan permukaan pematik berbentuk lingkaran yang rata dengan diameter (25 ± 3) mm. Kerucut terpancung dan batang penumbuk dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.13 Kerucut terpancung dan batang penumbuk

9. Alat Uji *Slump*

Alat uji *slump* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur *slump*, yang mana suatu uji metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kemudahan pengadukan (*workability*). Menurut SNI 03-1972-2008, cetakan untuk alat uji *slump* harus berbentuk kerucut terpancung dengan diameter bawah 203 mm, diameter atas 102 mm dan tinggi 305 mm. Cetakan harus dipasang diatas pelat dasar yang tidak menyerap air. Alat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.14 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.14 Alat uji *slump*

10. Batang Penusuk

Batang penusuk berfungsi sebagai alat penumbuk dan pemadat adukan beton dalam cetakan beton maupun dalam uji *slump*. Menurut SNI 03-1972-2008, batang penusuk harus merupakan suatu batang baja yang lurus, penampang lingkaran dengan diameter 16 mm dan panjang sekira 600 mm, memiliki salah satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola. Dapat dilihat pada Gambar 3.15 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.15 Batang penusuk

11. Cetakan Beton

Cetakan beton adalah alat yang khusus yang digunakan untuk membentuk campuran beton menjadi sampel benda uji yang diinginkan. Menurut SNI 03-2493-2011, Cetakan silinder mempunyai diameter 150 mm dan panjang 300 mm. Dapat dilihat pada Gambar 3.16 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.16 Cetakan beton

12. Mesin Pengguncang Saringan

Mesin pengguncang saringan adalah alat yang berfungsi menggerakkan saringan agar dapat menyaring bahan-bahan secara merata. Adapun mesin pengguncang saringan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.17 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.17 Mesin pengguncang saringan

13. 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. Adapun timbangan timbangan berat jenis dapat dilihat pada Gambar 3.18 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.18 Timbangan berat jenis

14. Concrete Mixer

Concrete mixer adalah mesin yang digunakan untuk mengaduk semua material dengan cara memutar agar semua material tercampur secara merata. *Concrete mixer* dapat dilihat pada Gambar 3.19 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.19 Concrete mixer

15. Bak Perendam

Bak perendam berfungsi sebagai tempat untuk merendamkan benda uji pada saat pemeliharaan, adapun bak perendam dapat dilihat pada Gambar 3.20 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.20 Bak perendam

16. Mesin *Los Angeles*

Mesin *Los Angeles* adalah alat simulasi keausan dengan bentuk dan ukuran tertentu terbuat dari pelat baja yang berputar dengan kecepatan tertentu. Benda uji dimasukkan kedalam mesin *Los Angeles* bersamaan dengan bola-bola besi yang berbentuk bulat. Mesin *Los Angeles* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.21 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.21 Mesin *los angeles*

17. pH Digital

pH digital adalah alat yang berfungsi untuk menguji air. pH digital dalam pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3.22 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.22 pH digital

18. Termometer

Termometer adalah alat yang dapat digunakan dalam mengukur suhu atau temperatur pada perubahan suhu. Pada penelitian ini termometer digunakan untuk mengukur suhu air payau yang digunakan pada saat pencampuran beton. Termometer pada pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3.23 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.23 Termometer

19. Salinometer

Salinometer adalah alat untuk mengukur kepadatan dari air yang akan dihitung salinitasnya. Pada penelitian ini salinometer akan digunakan untuk mengukur salinitas/tingkat kandungan garam yang ada pada sampel air payau yang digunakan untuk mengetahui apakah air tersebut termasuk air payau. Salinometer dapat dilihat pada Gambar 3.24 berikut.



Sumber : Google, 2020

Gambar 3.24 Salinometer

20. Jerigen 20 Liter

Jerigen adalah sebuah wadah tertutup untuk menampung cairan dan memiliki pegangan sehingga dapat dipindah tempatkan. Pada penelitian ini digunakan jerigen 20 liter beberapa buah untuk menempatkan sampel air payau yang akan di ambil. Jerigen dapat dilihat pada Gambar 3.25 berikut.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.25 Jerijen 20 liter

21. Alat Uji Kuat Tekan Beton

Mesin uji kuat tekan adalah salah satu alat uji mekanik untuk mengetahui kekuatan bahan/benda uji terhadap gaya tekan. Caranya adalah dengan memberikan gaya tekan kepada bahan uji dengan posisi benda uji tegak lurus. Mesin uji tekan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.26 berikut.

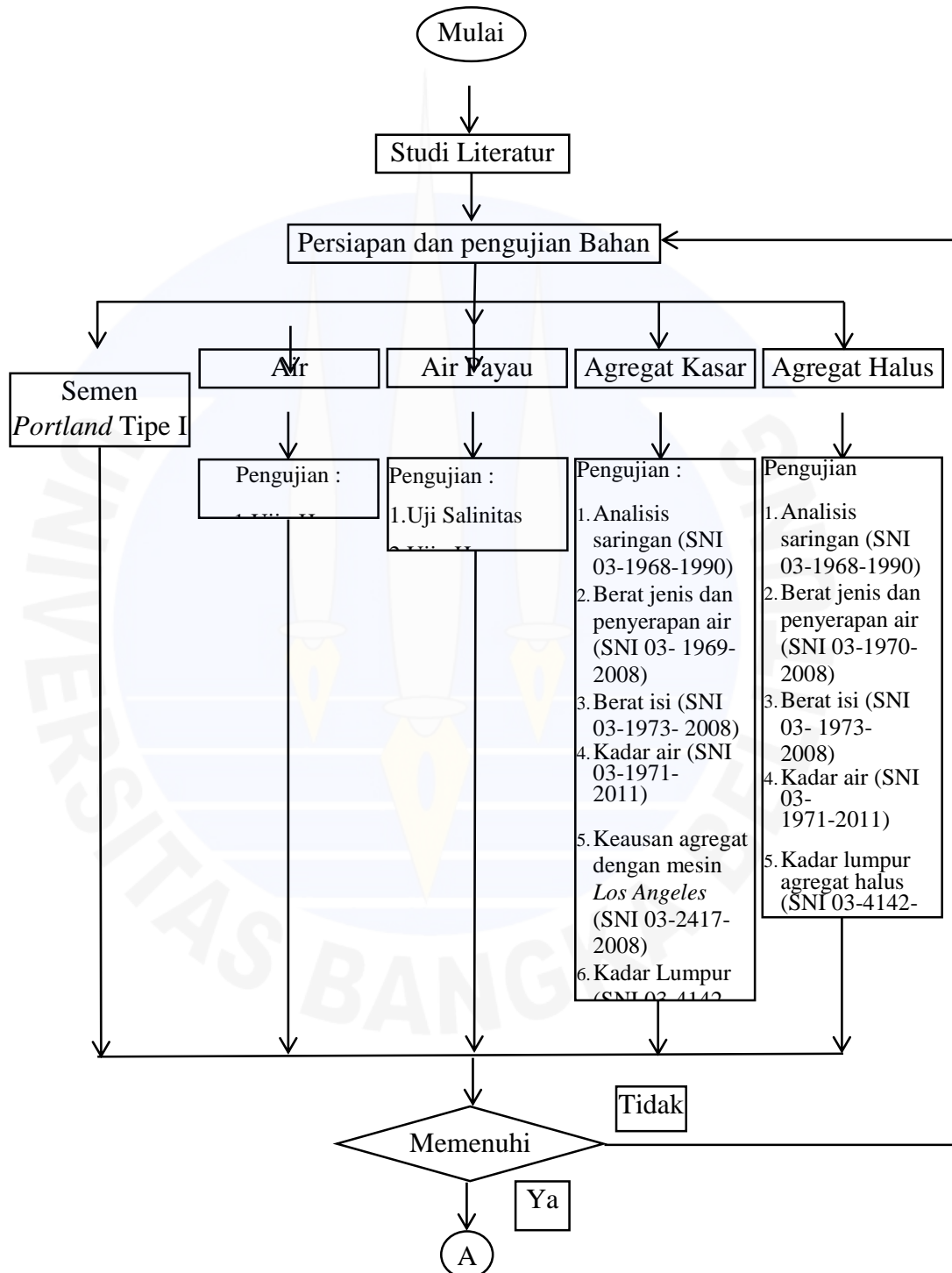


Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.26 Alat uji kuat tekan beton

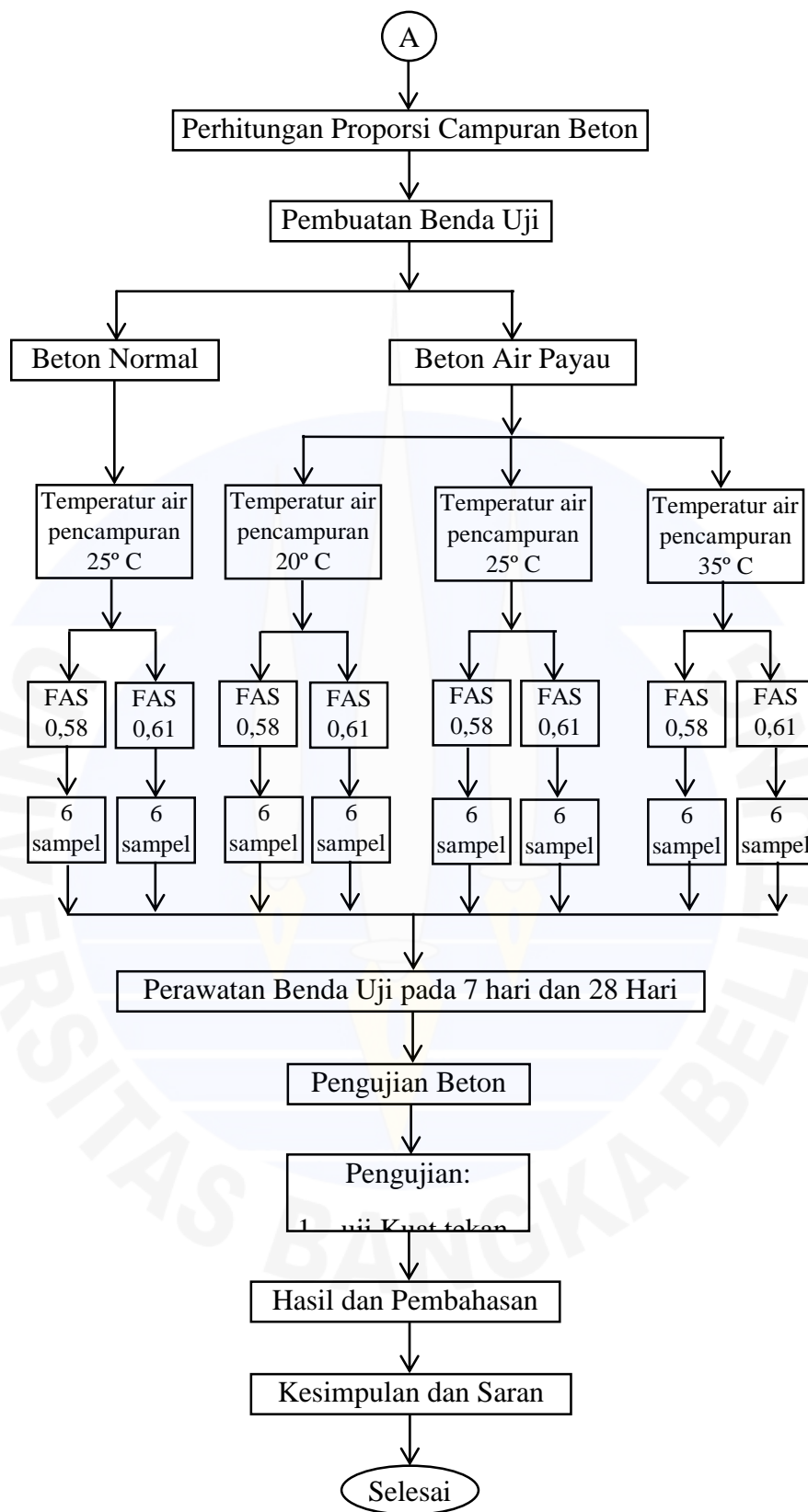
3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dari awal hingga selesai dapat dilihat pada Gambar 3.27 dan Gambar 3.28 berikut ini.



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.27 Flow chart penelitian



Sumber : Dokumen pribadi, 2020

Gambar 3.28 Lanjutan

3.3.1 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus

Adapun pelaksanaan pengujian analisis saringan agregat kasar dan agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-1968-1990:

1. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a) Timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,1% dari berat benda uji.
- b) Satu set saringan: No.1,5 (37,5 mm); No.3/4 (19,1 mm); No.3/8 (9,5 mm); No.4 (4,75 mm); No.8 (2,36 mm); No.16 (1,18 mm); No.30 (0,6 mm); No.50 (0,3 mm); No.100 (0,15 mm); No.200 (0,075 mm).
- c) Oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- d) Alat pemisah contoh.
- e) Mesin penguncang 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 standart 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 500 gram.
- b. Agregat kasar terdiri dari:
 - a) Ukuran maksimum 3,5"; berat minimum 35,0 kg.
 - b) Ukuran maksimum 3"; berat minimum 30,0 kg.
 - c) Ukuran maksimum 2,5"; berat minimum 25 kg.
 - d) Ukuran maksimum 2"; berat minimum 20,0 kg.
 - e) Ukuran maksimum 2,5"; berat minimum 15,0 kg.
 - f) Ukuran maksimum 1"; berat minimum 10,0 kg.
 - g) Ukuran maksimum $\frac{3}{4}$ "; berat minimum 5 kg.

- h) Ukuran maksimum $\frac{1}{2}$ " ; berat minimum 2,5 kg.
- i) 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. Pelaksanaan

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.
- c) Saringan diguncang dengan tangan atau mesin penguncang selama 15 menit.
- d) Agregat yang tertahan ditimbang pada masing-masing saringan.

3.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Adapun pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dalam penelitian ini berdasarkan SNI 1969-2008:

1. Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- b. Keranjang kawat ukuran 3,35 mm (No.6) atau yang lebih halus, atau ember dengan tinggi dan lebar yang sama dengan kapasitas 4 sampai 7 liter untuk agregat dengan ukuran nominal 37,5 mm (saringan No. $1\frac{1}{2}$ inci) atau lebih kecil, dan wadah lebih besar jika dibutuhkan untuk menguji ukuran maksimum agregat yang lebih besar.
- c. Sebuah tangki air yang kedap dimana contoh uji dan wadahnya akan ditempatkan dengan benar-benar terendam ketika digantung di bawah timbangan, dilengkapi dengan suatu saluran pengeluaran untuk agar

ketinggian air tetap.

- d. Alat penggantung (kawat), kawat untuk menggantung wadah haruslah kawat dengan ukuran praktis terkecil untuk memperkecil seluruh kemungkinan pengaruh akibat perbedaan panjang kawat yang terendam.
- e. 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. Pelaksanaan

Urutan pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Keringkan contoh uji tersebut sampai berat tetap dengan temperatur $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, dinginkan pada temperatur kamar selama satu sampai tiga jam untuk contoh uji dengan ukuran maksimum nominal 37,5 mm (Saringan No. 1 ½ in.) atau lebih untuk ukuran yang lebih besar sampai agregat cukup dingin pada temperatur yang dapat dikerjakan pada temperatur (kira-kira 50°C). Sesudah itu rendam agregat tersebut di dalam air pada temperatur kamar selama (24 ± 4) jam.
- b. Apabila nilai-nilai penyerapan dan berat jenis akan dipergunakan dalam menentukan proporsi campuran beton yang agregatnya akan berada pada kondisi alaminya, maka persyaratan untuk pengeringan awal sampai berat tetap dapat dihilangkan, dan jika permukaan partikel butir contoh terjaga secara terus-menerus dalam kondisi basah, perendaman sampai (24 ± 4) jam juga dapat dihilangkan. Hal ini jelas, khususnya untuk partikel butiran yang lebih besar dari 75 mm (3 inci) karena air tidak mungkin mampu masuk sampai pusat butiran dalam waktu perendaman seperti yang disyaratkan.
- c. Pindahkan contoh uji dari dalam air dan guling-gulingkan pada suatu lembaran penyerap air sampai semua lapisan air yang terlihat hilang. Keringkan air dari butiran yang besar secara tersendiri. Aliran udara yang bergerak dapat digunakan untuk membantu pekerjaan pengeringan. Kerjakan secara hati-hati untuk menghindari penguapan air dari pori-pori

agregat dalam mencapai kondisi jenuh kering permukaan. Tentukan berat benda uji pada kondisi jenuh kering permukaan. Catat beratnya dan semua berat yang sampai nilai 1,0 gram terdekat atau 0,1 persen yang terdekat dari berat contoh, pilihlah nilai yang lebih besar.

- d. Pindahkan contoh uji dari dalam air dan guling-gulingkan pada suatu lembaran penyerap air sampai semua lapisan air yang terlihat hilang. Keringkan air dari butiran yang besar secara tersendiri. Aliran udara yang bergerak dapat digunakan untuk membantu pekerjaan pengeringan. Kerjakan secara hati-hati untuk menghindari penguapan air dari pori-pori agregat dalam mencapai kondisi jenuh kering permukaan. Tentukan berat benda uji pada kondisi jenuh kering permukaan. Catat beratnya dan semua berat yang sampai nilai 1,0 gram terdekat atau 0,1 persen yang terdekat dari berat contoh, pilihlah nilai yang lebih besar.
- e. Keringkan contoh uji tersebut sampai berat tetap pada temperatur $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, dinginkan pada temperatur-kamar selama satu sampai tiga jam, atau sampai agregat telah dingin pada suatu temperatur yang dapat dikerjakan pada temperatur (kira-kira 50°C), kemudian tentukan beratnya.

3.3.3 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Adapun pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-1970-2008 :

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 ± 5)°C.
- g. Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 1°C.
- h. Talam.
- i. Bejana tempat air.
- j. Pompa hampa udara atau tungku.

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. Pelaksanaan

Urutan pelaksanaan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perhatikan bahwa seluruh penentuan berat harus sampai ketelitian 0,1 gram.
- b. Isi piknometer dengan air sebagian saja. Segera setelah itu masukkan ke dalam piknometer (500 ± 10) gram agregat halus dalam kondisi jenuh kering permukaan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Tambahkan kembali air sampai kira-kira 90 % kapasitas piknometer. Putar dan guncangkan piknometer dengan tangan untuk menghilangkan gelembung udara yang terdapat di dalam air. Cara uji lain yang dapat digunakan untuk mempercepat pengeluaran gelembung udara dari dalam air diperbolehkan asalkan tidak menimbulkan pemisahan dan merusak butiran agregat. Sesuaikan temperatur piknometer, air dan agregat pada (23 ± 2)°C, apabila diperlukan rendam dalam air yang bersirkulasi. Penuhi piknometer sampai batas pembacaan pengukuran. Timbang berat total dari piknometer, benda uji dan air. Pada umumnya dibutuhkan waktu 15 sampai 20 menit untuk menghilangkan gelembung udara dari dalam air

bila menggunakan cara manual. Menyentuh ujung dari handuk kertas ke dalam piknometer cukup efektif untuk menghilangkan buih yang timbul saat menggetarkan atau memutar untuk menghilangkan gelembung, atau dengan cara menambahkan beberapa tetes *isopropyl alcohol* segera setelah gelembung udara dihilangkan dan menambahkan air sampai batas pengukuran juga cukup efektif untuk menghilangkan buih yang terbentuk.

- c. Keluarkan agregat halus dari dalam piknometer, keringkan sampai berat tetap pada temperatur $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, dinginkan pada temperatur ruang selama $(1,0 \pm 0,5)$ jam dan timbang beratnya. Pada saat mengeringkan dan menimbang berat benda uji dari dalam piknometer, sisa dari contoh uji dalam kondisi jenuh kering permukaan boleh digunakan untuk menimbang berat kering ovennya. Benda uji ini harus diambil pada saat yang bersamaan dan selisih beratnya hanya 0,2 gram. Jika labu Le Chatelier digunakan, akan diperlukan benda uji yang terpisah untuk menentukan penyerapan air. Timbanglah (500 ± 10) gram benda uji dalam kondisi jenuh kering permukaan yang terpisah, keringkan sampai berat tetap kemudian timbanglah kembali Benda uji ini harus diambil pada saat yang bersamaan dengan yang dimasukkan ke dalam labu Le Chatelier.
- d. Timbanglah berat piknometer pada saat terisi air saja sampai batas pembacaan yang ditentukan pada $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

3.3.4 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus

Adapun pelaksanaan pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-1973-2008:

1. Peralatan

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

- a) Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat benda uji.
- b) Tongkat pemadat, dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm, ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari karat.

- c) Penggetar internal harus memiliki permukaan yang halus dan rapat pada bagian penggetarnya serta digerakkan dengan motor listrik. Frekuensi getaran harus 7000 getaran per menit atau lebih. Diameter terluar dari bagian penggetar tidak kurang dari 19 mm dan tidak lebih dari 38 mm. Panjang bagian penggetar tidak kurang dari 600 mm.
- d) Alat perata.
- e) Palu karet.
- f) Wadah ukur berbentuk silinder dengan kapasitas dan penggunaan dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Kapasitas wadah ukur

Ukuran Maksimum Agregat Kasar		Kapasitas Wadah Ukur
Inci	mm	Liter
1	25,0	6
1,5	37,5	11
2	50	14
3	75	28
4,5	112	70
6	150	100

Sumber: SNI-03-1973-2008

2. Benda Uji

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

3. Pelaksanaan

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

a) Pemilihan metode pemadatan

Pemilihan metode pemadatan berdasarkan nilai *slump* dilakukan jika tidak ditentukan dalam spesifikasi. Metode pemadatan dilakukan dengan cara penusukan dan getaran internal. Untuk nilai *slump* yang lebih besar dari 75

mm pemadatan dilakukan dengan cara penusukan. Untuk nilai *slump* yang terletak di antara 25 mm sampai 75 mm pemadatan dapat dilakukan dengan cara penusukan atau penggetaran internal. Apabila nilai *slump* lebih kecil dari 25 mm maka pemadatan hanya boleh dilakukan dengan cara penggetaran. Beton nonplastis, seperti yang biasa digunakan pada pabrik pembuatan pipa dan pekerjaan menembok, tidak termasuk dalam cara uji ini.

b) Pemadatan

Beton ditempatkan dalam tiga lapis dengan volume yang sama pada setiap lapis. Untuk wadah ukur yang digunakan dengan volume 14 liter atau lebih kecil, tusuk-tusuk setiap lapis dengan 25 tusukan batang penusuk, 50 tusukan bila volume wadah ukur yang digunakan 28 liter, dan satu tusukan untuk setiap 20 cm² dari permukaan untuk wadah ukur yang lebih besar. Tusukan lapisan bawah tidak menyentuh wadah ukur bagian bawah. Penusukan dilakukan secara merata di atas penampang melintang wadah ukur dan untuk dua lapis di atasnya, tusukan menembus lapisan di bawahnya sedalam 25 mm. Setelah setiap lapis ditusuk, pukul-pukul setiap sisi sebanyak 10 sampai 15 kali dengan menggunakan palu untuk mengurangi jumlah pori dalam beton. Tambahkan lapis terakhir dan hindari pengisian yang terlalu penuh.

c) Penggetaran internal

Isi dan getarkan wadah ukur dalam dua lapis yang sama. Tempatkan semua beton dalam setiap lapis dalam wadah ukur sebelum penggetaran dimulai pada lapis tersebut. Masukkan alat penggetar pada tiga tempat yang berbeda di setiap lapis. Untuk pemadatan lapis bawah, alat penggetar diusahakan tidak mengenai bagian bawah wadah ukur. Dalam pemadatan lapis terakhir, alat penggetar harus menembus setiap lapis yang di bawahnya kira-kira 25 mm. Alat penggetar harus ditarik secara hati-hati agar tidak ada udara yang terperangkap dalam beton. Waktu penggetaran yang diperlukan akan tergantung dari tingkat kemudahan pekerjaan beton dan efektifitas penggetar (*Vibrator*). Penggetaran menerus hanya boleh dilakukan untuk

mendapatkan beton yang padat. Amati lamanya waktu penggetaran yang diperlukan untuk berbagai jenis beton, penggetar dan alat ukur yang digunakan.

d) Penyelesaian pemadatan

Pada penyelesaian pemadatan, wadah ukur tidak boleh dalam keadaan kekurangan atau kelebihan beton. Jumlah maksimum kelebihan beton kira-kira 3 mm di atas wadah ukur. Beton dapat ditambahkan dalam jumlah yang sedikit untuk menutupi kekurangan. Jika dalam wadah ukur terdapat kelebihan beton pada saat penyelesaian pemadatan, maka pindahkan kelebihan beton tersebut dengan menggunakan sendok semen atau sekop secepatnya seiring penyelesaian pemadatan dan sebelum wadah ukur diratakan.

e) Perataan

Setelah pemadatan, ratakan permukaan atas beton sampai batas atas wadah ukur dengan alat perata hingga permukaan beton benar-benar rata. Perataan sebaiknya dilakukan dengan menekan alat perata pada permukaan atas wadah ukur untuk menutupi sekitar $\frac{2}{3}$ dari permukaan dan gerakkan pelat perata dengan gerakan menyapu sampai benar-benar tertutup. Kemudian letakkan pelat perata pada permukaan atas wadah ukur untuk menutupi $\frac{2}{3}$ permukaan lainnya dan lakukan dengan tekanan vertikal dan gerakan menyapu untuk menutupi semua permukaan wadah ukur dan lanjutkan sampai permukaan wadah ukur benar-benar rata. Lakukan tusukan akhir dengan menggunakan pelat perata sampai permukaan mulus.

f) Pembersihan dan penimbangan

Setelah diratakan, bersihkan semua kelebihan beton yang terdapat pada bagian luar wadah ukur, lalu tentukan berat beton dan wadah ukur dengan timbangan sesuai dengan persyaratan untuk hasil yang akurat.

3.3.5 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar dan Agregat Halus

Adapun pelaksanaan pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-1971-2011:

1. Peralatan

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

a. Timbangan

Memiliki kapasitas yang memadai dan dapat menimbang dengan ketelitian 0,1% dari berat contoh.

b. Pemanas

Oven yang memiliki ventilasi dan dapat mempertahankan temperatur contoh $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Apabila pengaturan temperatur tidak disyaratkan, boleh digunakan pemanas lain yang memadai seperti pelat pemanas dengan listrik atau gas, lampu pemanas listrik, atau *oven microwave* berventilasi.

c. Wadah benda uji

Wadah benda uji harus tahan panas dengan volume yang memadai sehingga dapat menampung benda uji agar tidak sampai jatuh/tumpah. Wadah benda uji juga harus memiliki bentuk yang sedemikian rupa sehingga kedalaman benda uji tidak lebih seperlima dari lebar wadah benda uji.

d. Pengaduk.

Pengaduk yang terbuat dari logam atau spatula dengan ukuran yang memadai sesuai ukuran benda uji.

2. Benda Uji

Benda uji untuk pemeriksaan agregat minimum tergantung pada ukuran butir minimum sesuai daftar Tabel 3.2.

3. Pelaksanaan

Pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut :

a. Timbang benda uji sampai 0,1% massa terdekat (W_1); (Massa benda uji adalah massa wadah dan benda uji dikurangi massa wadah).

b. Keringkan benda uji langsung dalam wadah dengan menggunakan pemanas

yang diinginkan dan jaga jangan sampai ada partikel yang hilang. Pemanasan yang terlalu cepat dapat menyebabkan partikel pecah dan keluar dari wadah sehingga mengurangi massa benda uji. Apabila pemanasan dapat merubah sifat benda uji agregat atau apabila disyaratkan pengujian yang lebih teliti maka gunakan oven yang memiliki pengatur temperatur. Apabila pemanas tidak menggunakan oven yang memiliki pengatur temperatur, aduk benda uji selama proses pengeringan untuk mempercepat proses dan menghindari pemanasan setempat. Apabila digunakan *oven microwave*, aduk contoh sekali-kali.

- c. Setelah dingin, sehingga tidak akan merusak atau mempengaruhi timbangan, timbang benda uji kering sampai 0,1% massa terdekat (W2). Benda uji dianggap kering apabila pemanasan berikutnya hanya menyebabkan penurunan massa kurang dari 0,1% atau dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Massa minimum benda uji

Ukuran Nominal Maksimum Agregat		Massa Minimum Benda Uji Agregat Normal (kg)
mm	Inci	
4,75	0,187(No.4)	0,5
9,5	3/8	1,5
12,5	1/2	2
19,0	3/4	3
25,0	1	4
37,5	1 1/2	6
50	2	8
63	2 1/2	10
75	3	13
90	3 1/2	16
100	4	25
150	6	50

Untuk menentukan massa benda uji minimum agregat ringan kalikan nilai pada Tabel 3.2 tersebut dengan berat isi lepas dalam satuan kg/m³ dan dibagi 1600 (dirujuk kembali ke ASTM)

Sumber: SNI-03-1971-2011

3.3.6 Pengujian Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin *Los Angeles*

Adapun pelaksanaan pengujian keausan agregat kasar dengan mesin *los angeles* dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-2417-2008:

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 berselubang 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. Pelaksanaan

Pengujian dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Pengujian ketahanan agregat kasar terhadap keausan dapat dilakukan dengan salah satu dari 7 (tujuh) cara berikut:
 - a) Cara A :Gradasi A, bahan lolos 37,5 mm sampai tertahan 9,5 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 500 putaran.
 - b) Cara B :Gradasi B, bahan lolos 19 mm sampai tertahan 9,5 mm. Jumlah

- bola 11 buah dengan 500 putaran.
- c) Cara C :Gradasi C, bahan lolos 9,5 mm sampai tertahan 4,75 mm. Jumlah bola 8 buah dengan 500 putaran.
- d) Cara D :Gradasi D, bahan lolos 4,75 mm sampai tertahan 2,36 mm. Jumlah bola 6 buah dengan 500 putaran.
- e) Cara E :Gradasi E, bahan lolos 75 mm sampai tertahan 37,5 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 1000 putaran.
- f) Cara F :Gradasi F, bahan lolos 50 mm sampai tertahan 25 mm. Jumlah bola 12 buah dengan 1000 putaran.
- g) 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.

- 2) Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin *Los Angeles*.
- 3) 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.
- 4) 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 Kadar Lumpur Agregat Kasar dan Agregat Halus

Adapun pelaksanaan pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar dan Halus dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-4142-1996:

1. Peralatan

Adapun peralatan yang dipakai pada pengujian kadar lumpur agregat kasar dan halus ini sebagai berikut:

- a) Timbangan

- b) Ember
- c) Saringan No.16 dan No.200
- d) Cawan
- e) Oven

2. Benda uji

Benda Uji yang digunakan adalah agregat kasar dan halus dengan berat masing-masing 1000 gram.

3. Pelaksanaan

Adapun pelaksanaan pengujian kadar lumpur agregat kasar dan halus sebagai berikut:

- a) Oven agregat yang akan diuji lalu di timbang, hasil berat = (W_1)
- b) Masukkan agregat kedalam ember dan tuangkan air bersih hingga agregat terendam.
- c) Aduklah agregat agar terpisah dari bagian-bagian yang halus (lumpur), lalu tuangkan suspensi yang kelihatan keruh tersebut dengan perlahan-lahan ke dalam ayakan No.16 dan No.200
- d) Ulangi langkah b dan c diatas beberapa kali hingga air cucian (bilasan) nampak jernih.
- e) Bilaslah butiran-butiran agregat yang tertinggal diatas susunan ayakan hingga air bilasan nampak jernih.
- f) Masukkan agregat yang susah dicuci tersebut kedalam oven dengan suhu 110 derajat Celcius kurang lebih 24 jam sampai berat tetap.
- g) Timbanglah agregat yang sudah di oven dan di catat beratnya = (W_2).

3.3.8 Pengujian Salinitas Air Payau

Adapun pelaksanaan pengujian salinitas air payau dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

Adapun peralatan untuk pengujian salinitas air payau ini sebagai berikut.

- a) Salinometer
- b) Gelas ukur

2. Benda Uji

Benda uji yang digunakan adalah sampel air payau yang akan digunakan dalam penelitian.

3. Pelaksanaan

Adapun pelaksanaan pengujian salinitas air payau ini sebagai berikut.

- a) Ambil gelas ukur yang panjang, lalu isi dengan air sampel yang akan diukur salinitasnya.
- b) Baca nilai salinitas pada skala alat tersebut.

3.3.9 Pengujian pH Air

Pengujian air untuk campuran beton selain dapat dilakukan dengan cara pengujian dengan pH meter, juga dapat dilakukan secara visual atau dilihat langsung dengan mata, dari itu kita dapat menentukan layak atau tidak nya air tersebut. Menurut SNI 03-6817-2002, pH air yang diijinkan untuk campuran beton adalah minimal 4,5 sampai dengan 8,5. Adapun peralatan dan langkah-langkah dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Peralatan

Untuk melakukan pengujian pH air diperlukan peralatan pH meter digital.

2. Benda Uji

Air yang memenuhi spesifikasi oleh visual.

3. Pelaksanaan

- a) Alat pH meter dicelupkan kedalam air yang akan diuji
- b) Hasilnya bisa dibaca pada alat pH meter tersebut.

3.3.10 Penentuan Sampel Beton

Sampel beton yang akan dibuat pada penelitian ini adalah sebanyak 48 buah sampel beton dengan rincian pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Jumlah sampel beton

Jenis Beton	Temperatur Air Campuran	Faktor Air Semen (FAS)	Kode Sampel Uji (7 hari)	Jumlah Sampel Uji (7 hari)	Kode Sampel Uji (28 hari)	Jumlah Sampel Uji (28 hari)	Total Sampel
Beton Normal	25°C (Temperatur normal)	0,58	BN57	3	BN58	3	48
		0,61	BN67	3	BN68	3	
Beton Air Payau	20°C	0,58	BP157	3	BP158	3	
		0,61	BP167	3	BP168	3	
	25°C (Temperatur normal)	0,58	BP257	3	BP258	3	
		0,61	BP267	3	BP268	3	
	35°C	0,58	BP357	3	BP358	3	
		0,61	BP367	3	BP368	3	

Sumber: Dokumen Pribadi, 2020

Pembuatan beton normal dilakukan sebagai kontrol data dari pengujian kuat tekan beton air payau. Pengambilan temperatur air pencampuran 20°C dan 35°C didasarkan pada temperatur udara terendah dan tertinggi di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.

3.3.11 Pengujian *Slump* Beton Segar

Adapun pelaksanaan pengujian *slump* beton dalam penelitian ini berdasarkan SNI 03-1972-2008:

1. Peralatan

Untuk melaksanakan pengujian *slump* beton diperlukan peralatan sebagai berikut:

- a. Cetakan dari logam tebal minimal 1,5 mm berupa kerucut terpancung (*cone*) dengan diameter bagian bawah 203 mm, bagian atas 102 mm, dan tinggi 305 mm, bagian bawah dan atas cetakan terbuka.
 - b. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm, ujung dibulatkan dibuat dari baja yang bersih dan bebas dari kawat.
 - c. Pelat logam dengan permukaan yang kokoh, rata, dan kedap air.
 - d. Sendok cekung tidak menyerap air.
 - e. Mistar ukur.
2. Benda Uji
- Pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton.
3. Pelaksanaan
- Untuk melaksanakan pengujian beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut:
- a. 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. Dari contoh beton yang diperoleh, segera isi cetakan dalam tiga lapis, setiap lapis sekira sepertiga dari volume cetakan. Letakkan cetakan diatas pelat dengan kokoh.
 - b. Padatkan setiap lapisan dengan 25 tusukan menggunakan batang pemadat. Sebarkan penusukan secara merata di atas permukaan setiap lapisan. Untuk lapisan bawah akan ini akan membutuhkan penusukan secara miring dan membuat sekira setengah dari jumlah tusukan dekat ke batas pinggir cetakan, dan kemudian lanjutkan penusukan vertikal secara spiral pada seputar pusat permukaan. Padatkan lapisan bawah seluruhnya hingga kedalamannya. Hindari batang penusuk mengenai pelat dasar cetakan. Padatkan lapisan kedua dan lapisan atas seluruhnya hingga kedalamannya,

sehingga penusukan menembus batas lapisan di bawahnya.

- c. Dalam pengisian dan pemadatan lapisan atas, lebihkan adukan beton di atas cetakan sebelum pemadatan dimulai. Bila pemadatan menghasilkan beton turun dibawah 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 menggelindingkan 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.
- d. 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.

3.3.12 Perawatan Beton

Perawatan benda uji dilakukan setelah beton yang dicetak berubah menjadi keras. Perawatan benda uji dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal tersebut terjadi, beton mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan benda tidak hanya dimaksud untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksud untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus, sertas stabilitas dari dimensi struktur.

3.3.13 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada pengujian ini, beton dilakukan terhadap jenis campuran beton pada umur 7 hari dan 28 hari dengan benda uji masing-masing 3 buah. Pengujian ini menggunakan mesin uji tekan *Universal Testing Machine*. Cara pengujian kuat

tekan beton berdasarkan SNI 03-1974-1990 :

1. Peralatan

Untuk melaksanakan pengujian kuat tekan beton diperlukan peralatan sebagai berikut :

- d. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh.
- e. 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.

- a. Berat dan ukuran benda uji ditentukan.
- b. Benda uji siap untuk diperiksa.

3. Pelaksanaan

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.
Bentuk pecah digambar dan keadaan benda uji dicatat.