III. METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Semen

   Semen yang digunakan pada penelitian ini ialah semen PCC (*Portland Composite Cement*) Merek Holcim, didapatkan dari toko bahan bangunan dalam kondisi baik, dalam zak dengan satuan 50 kg/zak.

2. Agregat kasar

   Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah berasal dari PT. Sumber Batu Berkah, Tanjungan, yang merupakan hasil produksi *stone crusher*. Agregat kasar ini terlebih dahulu diuji berat jenis dan penyerapan agregat kasar serta analisa saringannya (memenuhi standar ASTM C-33). Diameter yang dipakai adalah yang berukuran 10 mm - 20 mm (lolos saringan 19 mm tertahan 9,5 mm).

3. *Bottom ash* (abu dasar)

   Bottom ash (abu dasar) berasal dari PLTU Tarahan Lampung dengan ukuran butir lolos saringan 4,75 mm.

4. Air

   Air yang digunakan berasal dari instalasi air bersih Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Universitas Lampung.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. *Compression Testing Machine*

   Mesin ini berkapasitas beban maksimum 150 ton dengan ketelitian 0,5 ton. Alat ini digunakan untuk menguji kuat tekan beton non-pasir dengan kecepatan pembebanan sebesar 0,14 - 0,34 Mpa/det.

2. Mesin pengaduk beton (*concrete mixer*)

   Concrete mixer yang digunakan memiliki kapasitas 0,125 m^3 dengan kecepatan 20 - 30 putaran per menit yang digerakkan dengan menggunakan diesel. Alat ini berfungsi untuk mengaduk bahan campuran beton non-pasir.

3. Cetakan silinder

   Cetakan beton silinder dengan ukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 digunakan untuk mencetak benda uji kuat tekan dan diameter 10 cm dengan tinggi 15 digunakan untuk mencetak benda uji porositas.

4. Satu set saringan

   Alat ini digunakan untuk menentukan gradasi agregat, sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan butir agregat kasar dan *bottom ash* (sesuai standar ASTM C-33). Saringan yang dipakai dengan diameter

berturut-turut 19 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm yang dilengkapi dengan tutup (pan).

5. Piknometer

   Alat ini digunakan untuk mengukur berat jenis *bottom ash*.

6. *Le Chatelier*

   Alat ini digunakan untuk mengukur berat jenis semen.

7. Timbangan

   Timbangan berkapasitas 12 kg dan 50 kg digunakan untuk mengukur berat masing-masing campuran komposisi beton non-pasir dan pemeriksaan seluruh material.

8. Oven

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

9. Bejana silinder

   Bejana silinder beserta tongkat pemadat digunakan untuk pemeriksaan berat volume agregat kasar, *bottom ash* dan semen.

10. Alat bantu

    Selama proses pembuatan benda uji digunakan beberapa alat bantu diantaranya adalah sendok semen, mistar, kontainer, panci dan tungku pembakaran.

C. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini jenis beton ringan yang diteliti ialah jenis beton non-pasir, selain itu dilakukan pengujian kuat tekan pada 28 hari dan 56 hari serta pengujian porositas. Perencanaan perbandingan berat semen dan agregat kasar campuran beton non-pasir adalah 1 : 4 dan faktor air semen rencana sebesar 0,40. Adapun variabel penelitian pada tiap pengujian seperti tercantum pada Tabel 6.

Tabel 6. Variabel penelitian

Kode Sampel	Fas	Komposisi Campuran			Pengujian dan Jumlah Benda Uji		
		Ak	PC	Bottom ash	Uji Kuat Tekan		Uji Porositas
					28 hari	56 hari	
B0	0,40	4	1	0%	3	3	3
B1	0,40	4	1	10%	3	3	3
B2	0,40	4	1	20%	3	3	3
B3	0,40	4	1	30%	3	3	3
B4	0,40	4	1	40%	3	3	3
B5	0,40	4	1	50%	3	3	3
Jumlah Benda Uji (buah)					18	18	18

D. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung. Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu : pengadaan bahan material, pemeriksaan bahan beton non pasir, pembuatan beton non pasir, perawatan (*curring time*) serta pemeliharaan beton non-pasir, pelaksanaan pengujian benda uji, dan analisis hasil penelitian.

Adapun langkah-langkah pelaksanaan penelitian adalah :

1. Pengadaan Bahan dan Peralatan

Sebelum penelitian dilakukan, maka bahan dan peralatan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu. Bahan-bahan beton non-pasir adalah semen, batu pecah, abu dasar (*bottom ash*) dari PLTU Tarahan Lampung, dan air dari instalasi air bersih laboratorium. Setelah bahan-bahan tersebut tersedia, maka dilakukan pengujian material.

2. Pemeriksaan Material yang Digunakan

Sebelum bahan-bahan penyusun beton dicampur menjadi satu, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan bahan agar dapat dihasilkan beton dengan mutuyang baik yang sesuai dengan perencanaan. Pemeriksaan serta pengujian terhadap bahan beton non-pasir terdiri dari :

a. Agregat kasar

Pemeriksaan terhadap agregat kasar dilakukan secara visual serta dilakukan uji, sebagai berikut :

1) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan (ASTM C-127).
2) Pemeriksaan kadar air (ASTM C-556).
3) Berat volume agregat kasar (ASTM C 29), untuk mengetahui berat volume kondisi SSD (*Saturated Surface Dry).*
4) Analisis saringan atau gradasi agregat sesuai dengan ASTM C-33 mengenai gradasi standar agregat kasar, untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat kasar menggunakan saringan.

b. Semen

Pemeriksaan terhadap semen dilakukan secara visual serta dilakukan uji, sebagai berikut :

1) Berat jenis semen (ASTM C-127).
2) Berat volume semen (ASTM C-29).

b. Air

Pemeriksaan terhadap air juga dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan.

c. Abu dasar (*bottom ash)*

Pemeriksaan terhadap *bottom ash* dilakukan dengan cara visual yaitu *bottom ash* yang berwarna abu-abu gelap, serta dilakukan pemeriksaan sebagai berikut :

1) Pemeriksaan berat jenis (ASTM C-127).
2) Pemeriksaan kadar air (ASTM C-556).
3) Analisis saringan atau gradasi agregat sesuai dengan ASTM C-33 mengenai gradasi standar agregat halus, untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) *bottom ash* menggunakan saringan.
4) Berat volume *bottom ash* (ASTM C 29), untuk mengetahui berat volume kondisi SSD (*Saturated Surface Dry).*

3. Perencanaan Campuran

Pada penelitian ini rencana komposisi campuran beton (*mix design*) dihitung berdasarkan perbandingan berat volume bahan adukan, mengacu

pada thesis Ferdiyanti, 2012 (Pemanfaatan Batu Silika Dari Padangratu Lampung Tengah, Propinsi Lampung sebagai Agregat untuk Pembuatan Bata Beton Non-pasir). Perbandingan antara semen dan agregat kasar sebesar 1 : 4 serta faktor air semen 0,4 dengan nilai slump diabaikan. Ukuran agregat kasar yang digunakan adalah 10 - 20 mm. Penggunaan *bottom ash* yaitu dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.

Langkah-langkah pembuatan rencana campuran beton dengan menggunakan perbandingan berat volume adalah sebagai berikut :

1. Menentukan ukuran agregat maksimum sesuai dengan persyaratan beton non-pasir. Agregat yang digunakan pada penelitian ini hanya yang berukuran 10 mm- 20 mm.
2. Menentukan perbandingan antara semen dengan agregat kasar yaitu sebesar 1 : 4. Dengan besaran ini, maka dapat ditentukan berat agregat kasar per m^3 dari perkalian berat volume padat agregat kasar.
3. Berat semen diperoleh dari perkalian berat volume padat semen dengan angka perbandingan semen dan agregat.
4. Faktor air semen ditentukan dan harus disesuaikan dengan faktor air semen untuk beton non-pasir. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,4.
5. Berat air dihitung dengan cara mengalikan jumlah kebutuhan berat semen dengan faktor air semen.
6. Berat *bottom ash* diperoleh dengan mengalikan persentase penggunaan *bottom ash* dengan berat semen. Sehingga berat keseluruhan material pembentuk beton per m^3 telah dapat ditentukan.

4. Pembuatan Beton Non-pasir

Adapun langkah-langkah pembuatan beton non-pasir, yaitu :

a. Persiapan bahan beton non-pasir

Adapun persiapan yang dilakukan antara lain :

1) Menimbang bahan-bahan beton non-pasir yaitu semen, agregat kasar, *bottom ash* dan air dengan berat yang telah ditentukan dalam perencanaan campuran beton non-pasir. Agregat kasar diayak terlebih dahulu dengan menggunakan ayakan diameter berturut-turut 19 mm dan 9,5 mm, sedangkan *bottom ash* dengan menggunakan ayakan 4,75.
2) Mempersiapkan cetakan silinder beton non-pasir dan peralatan lain yang dibutuhkan.

b. Pengadukan campuran beton non-pasir

Pembuatan benda uji dibuat berdasarkan perhitungan proporsi campuran dari hasil rancangan campuran beton. Pembuatan benda uji dilakukan untuk menentukan kuat tekan dan porositas. Bahan pengisi (agregat), bahan ikat (semen) dan abu dasar (*bottom ash*) dicampur dalam komposisi yang direncanakan dalam keadaan SSD. Langkah ini dilakukan agar pencampuran antara bahan-bahan tersebut dapat lebih homogen, sehingga diharapkan hasil yang diperoleh maksimal. Dilanjutkan dengan memasukan air yang dibutuhkan ke dalam campuran. Pengadukan dilakukan sebanyak satu kali untuk setiap macam campuran dan setiap pengadukan dilakukan pemeriksaan.

c. Pencetakan beton non-pasir

Setelah pengadonan selesai dilakukan pencetakan dengan cara memasukkan adukan beton ke dalam cetakan silinder dengan dibagi ke dalam tiga lapisan masing-masing setinggi 1/3 tinggi cetakan, kemudian dilakukan pemadatan untuk setiap lapisan dengan ditumbuk sebanyak 25 kali dengan tongkat pemadat dari baja untuk menjamin kepadatan susunan campuran. Kemudian dilakukan pula pemadatan dengan menggunkan palu karet dengan cara memukul-mukul tepi cetakan. Setelah selesai dicetak dan dipadatkan, beton non-pasir dibiarkan selama ± 24 jam dan cetakan dapat dibuka. Setelah itu, beton non-pasir diberi kode sampel, lalu diletakkan di ruang perawatan selama 28 dan 56 hari.

d. Perawatan serta pemeliharaan

Proses perendaman beton dengan merendam beton dalam bak air sesuai umur beton yaitu 28 hari dan 56 hari. Benda uji akan diangkat dari bak saat 7 hari menjelang pengujian. Perendaman berfungsi untuk mengurangi proses hidrasi berlebih, sehingga menghindarkan beton agar tidak retak.

5. Pengujian Kuat Tekan Beton Non-pasir (*Compresive Strength*)

Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap benda uji silinder setelah berumur 28 hari dan 56 hari. Benda uji dikeluarkan seminggu sebelum hari pengujian. Sebelum pengujian kuat tekan dimulai, maka terlebih dahulu dilakukan penimbangan berat beton non-pasir tersebut. Dari hasil

pengukuran ketiga benda uji diambil rata-ratanya. Setelah itu, dilanjutkan dengan palaksanaan *capping* menggunakan bahan belerang pada permukaan atas dan bawah silinder beton. *Capping* ini bertujuan untuk meratakan permukaan beton, agar saat dilakukan uji kuat tekan diperoleh hasil yang maksimal.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan mesin uji kuat tekan *Compression Testing Machine* berkapasitas 150 ton. Pengujian tekan dilakukan sampai beton silinder runtuh (retak dan dicatat beban maksimumnya. Kecepatan pembebanan sebesar 0,14 - 0,34 Mpa/det. nilai kuat tekan beton dengan menggunakan Persamaan 1 pada Bab II sebelumnya.

6. Pengujian Porositas Beton Non-pasir

Pengujian porositas dilakukan pada benda uji silinder dengan tahapan sebagai berikut :

a. Benda uji yang telah berumur 28 hari, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 100^{o}C selama tidak kurang dari 24 jam. Setelah itu, mengeluarkan benda uji dari oven dan dinginkan di udara sampai suhu 20^{o}C sampai 25^{o}C dan menimbang benda uji. Kemudian kembali memasukkan benda uji ke oven dan menimbangnya pada interval 24 jam kedua (48 jam) dan menimbangnya. Perbedaan nilai massa dari kedua benda uji tidak boleh melebihi 0,5% dari nilai yang lebih rendah. Apabila melebihi batas tersebut maka, ulangi prosedur sampai nilai yang diperoleh tidak melebihi 0,5% dari nilai terendah.

c. Setelah langkah pertama selesai dilakukan, benda uji direndam dalam air dengan suhu sekitar 21^{o}C selama 48 jam. Pada tiap interval 24 jam dilakukan penimbangan massa benda uji dalam kondisi SSD dengan mengelap permukaan menggunakan handuk. Peningkatan antara kedua nilai massa benda uji tidak boleh melebihi 0,5% dari nilai terbesar.
d. Benda uji yang telah melalui proses perendaman kemudian, dididihkan selama 5 jam. Setelah itu, dinginkan selama tidak kurang dari 14 jam sampai suhu akhir dari 20^{o}C sampai 25^{o}C. Permukaan sampel yang telah dingin dilap dengan handuk dan menentukan massa sampel dengan menimbangnya.
e. Langkah terakhir yaitu benda uji ditimbang di dalam air (kondisi jenuh) dengan cara memasukkan ke dalam keranjang yang terendam air dan telah terikat dengan kawat yang terhubung dengan timbangan.

Nilai porositas dihitung dengan menggunakan rumus berdasarkan standar ASTM, sesuai Persamaan 2 dada Bab II sebelumnya

E. Analisis Hasil Penelitian

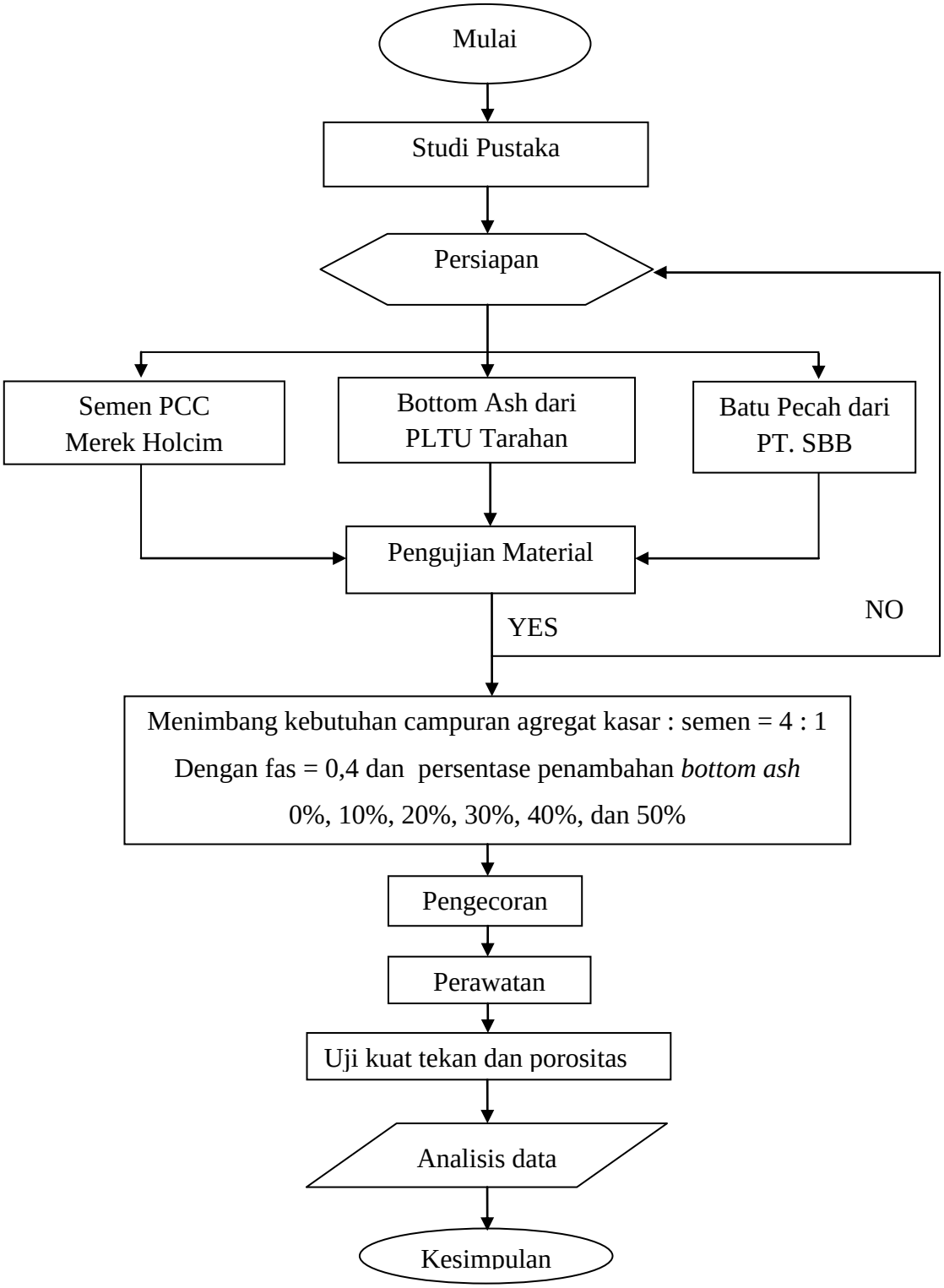
Analisa hasil dari penelitian ini dilakukan dengan cara :

1. Menghitung nilai berat volume dari beton non-pasir dan disajikan dalam bentuk tabel.
2. Mengetahui ada tidaknya pengaruh penambahan kadar *bottom ash* terhadap berat volume beton non-pasir, kemudian disajikan dalam bentuk grafik.

3. Menghitung kuat tekan beton non-pasir dengan menggunakan persamaan (1) dan disajikan dalam bentuk tabel.
4. Mengetahui ada tidaknya pengaruh kadar *bottom ash* terhadap kuat tekan beton non-pasir umur 28 hari dan 56 hari dan disajikan dalam bentuk grafik.
5. Menghitung besarnya porositas dengan persamaan (2) dan disajikan dalam bentuk tabel.
6. Mengetahui ada tidaknya pengaruh kadar *bottom ash* terhadap porositas dan disajikan dalam bentuk grafik.
7. Mengetahui hubungan kuat tekan dan tingkat porositas beton non-pasir.

F. Bagan Alir Penelitian

Secara keseluruhan bagan alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian