

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Umum

Metode penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yaitu melakukan teknik dan jenis perlakuan yang berbeda pada setiap kelompok variabel penelitian. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkontrol secara tepat. Penelitian eksperimen adalah observasi dibawah kondisi buatan (*artificial condition*). Kondisi buatan dan semua jenis perlakuan dalam penelitian ini dibuat dan diatur oleh peneliti. Komponen pendukung penelitian yang lain adalah studi pustaka yang berfungsi sebagai landasan teori yang mengacu pada hipotesa, pendapat, buku-buku dan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian.

Dalam penelitian ini faktor yang berubah adalah komposisi agregat bambu. Komposisi agregat dalam penelitian ini ditentukan yaitu 0%, 20%; 40%; 60%; 80%, dan 100% terhadap berat agregat kasar konvensional. Faktor lain diluar proporsi agregat bambu terhadap agregat konvensional tersebut semua dikendalikan. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah faktor air semen, design campuran, ukuran agregat, cara pembuatan benda uji dan perawatan, dan lain-lain.

B. Bahan dan Alat Penelitian

1. Bahan penelitian

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini, meliputi:

- a. Semen yang digunakan adalah *Portland Cement* tipe 1 (PC1) Holcim
- b. Agregat halus yang dipergunakan berupa pasir yang berasal dari Sungai Gendol, Gunung Merapi, Yogyakarta.
- c. Agregat kasar yang dipergunakan yaitu potongan bambu berukuran maksimum 15 mm berbentuk kubikal, berasal dari Cebongan, Sleman.
- d. Agregat kasar konvensional yang dipergunakan yaitu batu pecah berukuran maksimum 20 mm, berasal dari Sungai Progo.

- e. Bahan tambah kimia (*addmixture*) yang digunakan yaitu *superplastisizer viscocrete-10* produksi PT. Sikka Nusa Pratama.
- f. Bahan tambah mineral yang digunakan yaitu *silicafume* produksi PT. Sikka Nusa Pratama

2. Alat penelitian

Peralatan yang diperlukan untuk melaksanakan berbagai pengujian dalam penelitian ini terdiri dari :

a. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan-bahan pembuat beton yaitu semen, pasir dan kerikil pada saat pengujian, selain itu alat ini juga digunakan untuk pengujian serapan air pada beton.

Timbangan yang digunakan adalah :

- 1) Timbangan merk Ohaus kapasitas 310 gram dengan ketelitian 0,01 gram.
- 2) Timbangan merk Ohaus kapasitas 2110 gram dengan ketelitian 0,1 garm.

b. Kapiler dan Penggaris

Kapiler digunakan untuk mengukur dimensi benda uji, sedangkan penggaris digunakan untuk pengujian *workability* dan pada pengukuran dimensi benda uji.

c. Gelas ukur dan Piknometer

Digunakan dalam pengujian kandungan kotoran organik, dan berat jenis pasir.

d. Oven

Untuk pemanasan sampai 250° C, digunakan dalam pengujian berat jenis agregat kasar dan halus, juga pada pengujian serapan air beton.

e. Mesin uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*)

Merk Hung Ta berkapasitas 30000 kN digunakan untuk memberikan gaya tekan pada benda uji, sehingga dapat diketahui beban maksimum yang dapat ditahan untuk menghitung kuat tekan beton.

f. Ayakan / saringan dan mesin penggetar siever.

Susunan saringan terdiri dari atas ukuran 30 mm; 25 mm; 14 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm dan pan yang

digunakan untuk melakukan analisis gradasi pasir dan kerikil, sedangkan mesin penggetar digunakan untuk menggerakkan saringan yang telah berisi pasir / kerikil

g. Cetakan Beton

Cetakan tabung berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm digunakan untuk menuangkan dan mencetak beton segar yang akan digunakan dalam pengujian kuat tekan beton dan pengujian serapan air. Cetakan tersebut akan dilepas setelah beton mengeras yaitu kurang lebih 24 jam dari saat penuangan.

h. Concrete Mixer

Merk Tiger dengan kapasitas $0,5 \text{ m}^3$, untuk mencampur pasir, kerikil, semen, air dan bahan tambah menjadi adukan beton segar yang homogen.

i. Kolam Air.

Kolam yang telah diisi air digunakan sebagai tempat perendaman beton yang telah mengeras sampai umur yang telah diinginkan untuk melakukan pengujian.

j. Kerucut Abrams dan Tongkat Penusuk

Kerucut terpancung dari plat besi dengan diameter alas 20 cm dan diameter puncak 10 cm. Tongkat penusuk berdiameter 14 mm dengan panjang 600 mm. Alat ini digunakan pada pengujian *slump* beton segar.

k. Kerucut Konik.

Kerucut dari plat logam dengan diameter atas 89 mm dan 36 mm pada bagian puncaknya dilengkapi tongkat penusuk seberat 339 gram. Alat ini digunakan untuk menentukan pasir dalam keadaan jenuh kering muka (*Saturated Surface Dry = SSD*)

l. Los Angeles Apparatus

Alat ini digunakan untuk menguji ketahanan aus dan kekerasan agregat kasar yang akan digunakan dalam penelitian.

C. Waktu Dan Tempat Penelitian

1. Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari tanggal 18 Juli sampai dengan 12 September 2009.

2. Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yang meliputi tahap pengujian bahan, tahap produksi dan perawatan, dan tahap pengujian beton. Tahap-tahap penelitian tersebut dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan dan Teknologi Beton Jurusan Teknik Sipil UMY.

D. Pelaksanaan Penelitian

Dari beberapa sampel benda uji dengan proporsi agregat yang berbeda akan diperoleh hasil uji dengan nilai yang berbeda pula. Dari hasil uji yang dilakukan terhadap beberapa sampel benda uji tersebut akan diperoleh hubungan antara nilai hasil uji dengan variable proporsi agregat pada tiap benda uji. Hasil uji dengan nilai maksimum akan direkomendasikan sebagai referensi penelitian berikutnya.

Tahap-tahap pelaksanaan penelitian mengacu pada langkah-langkah dalam diagram alir sebagaimana disajikan pada Gambar 4.1

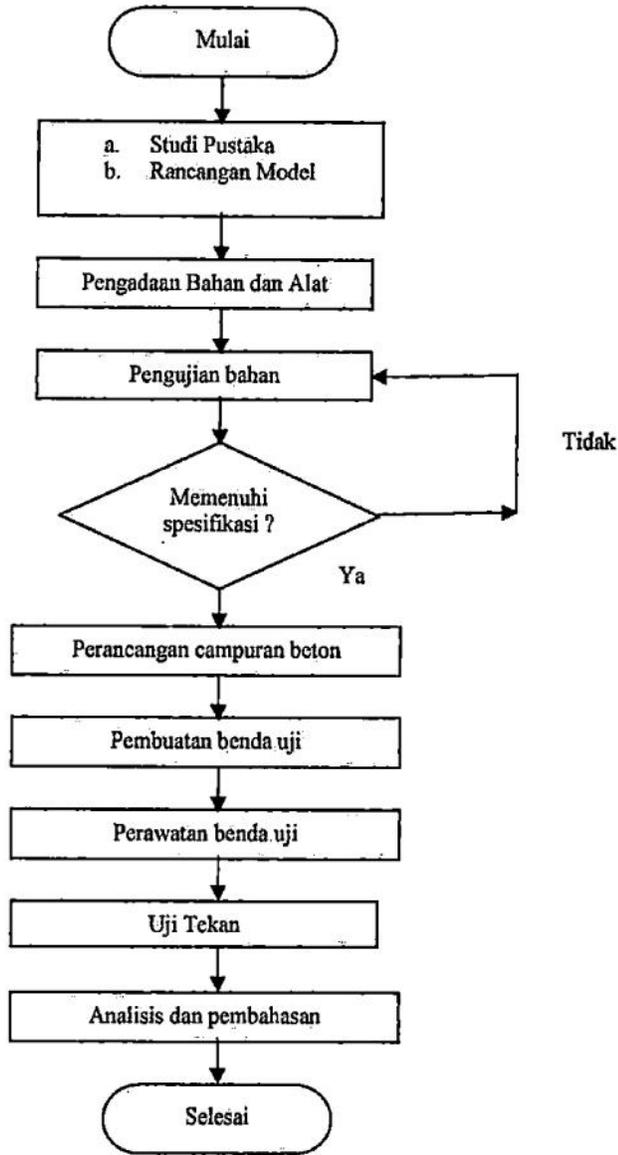
Berdasarkan Gambar 4.1, dapat dijelaskan tahap-tahap dalam pelaksanaan penelitian sebagai berikut :

1. Persiapan

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pemeriksaan bahan susun yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan additif yang selanjutnya hasilnya akan dianalisis untuk menentukan proporsi campuran beton. Secara garis besar pemeriksaan material meliputi :

- a. Pemeriksaan bahan susun agregat halus meliputi pemeriksaan gradasi pasir, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air, pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan kadar air dan pemeriksaan berat satuan,

- b. Pemeriksaan bahan susun agregat kasar meliputi pemeriksaan gradasi, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air, pemeriksaan keausan, pemeriksaan kadar lumpur, pemeriksaan kadar air, dan pemeriksaan berat satuan,



Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun detail dari pemeriksaan bahan penyusun beton di atas adalah sebagai berikut :

1) Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus (Pasir)

Berdasarkan SK SNI : 03-1968-1990, analisis gradasi agregat pasir dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir pasir dengan menggunakan saringan/ayakan. Cara untuk menentukan gradasi agregat halus sebagai berikut :

- a). Pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian diambil sampel sebanyak ± 1000 gram.
- b). Sampel dimasukkan ke dalam saringan yang telah disusun berurutan mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil, yaitu 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm dan pan, kemudian saringan tersebut digoyangkan menggunakan *Shave shaker machine* selama 15 menit,
- c). Butiran yang tertahan pada masing-masing saringan kemudian ditimbang untuk mencari nilai modulus butir pasirnya.

2) Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air (Pasir)

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus (pasir), didasarkan SK SNI : 03-1970-1990.

- a). Benda uji diambil, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu ($110 \pm 5^{\circ}\text{C}$) sampai beratnya tetap, kemudian pasir direndam dalam air selama ± 24 jam,
- b). Setelah direndam selama ± 24 jam, air dibuang dan pasir dibiarkan mengering dalam suhu kamar untuk mencapai keadaan jenuh kering muka. Untuk mengetahui keadaan jenuh kering muka, pasir dimasukan dalam kerucut konus, lalu di tumbuk sebanyak 25 kali, kemudian kerucut diangkat, maka pasir akan runtuh tetapi runtuhannya pasir masih berbentuk kerucut,

- c). Pasir dalam keadaan jenuh kering muka tersebut kemudian dimasukkan kedalam piknometer sebanyak 500 gram, lalu dimasukkan air sebanyak 90% penuh, kemudian diguncang-guncang untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalamnya,
- d). Piknometer ditambah air sampai penuh 100% dan ditimbang beratnya dengan ketelitian 0,1 gram (B_t),
- e). Pasir dikeluarkan dari dalam piknometer, kemudian dikeringkan dalam oven sampai beratnya tetap dan ditimbang (B_k),
- f). Piknometer diisi air penuh 100% dan ditimbang beratnya (B),
- g). Berat jenis dan penerapan air agregat halus (pasir) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

(1) Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B + SSD - B_t} \dots\dots\dots(4.1)$$

(2) Berat jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{SSD}{B + SSD - B_t} \dots\dots\dots(4.2)$$

(3) Berat jenuh tampak (*apparent spesific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B + BK - B_t} \dots\dots\dots(4.3)$$

(4) Penyerapan air agregat halus (pasir)

$$= \frac{SSD - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(4.4)$$

3) Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus (pasir), yaitu sebagai berikut :

- a). Diambil benda uji lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampel sebanyak ± 500 gram (B_1),

- b). Benda uji dicuci beberapa kali sampai bersih, ditandai dengan air cucian tampak jernih, setelah itu benda uji dikeluarkan dari gelas ukur pencuci dengan hati-hati jangan sampai benda uji tersebut ada yang hilang,
- c). Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan *oven* pada suhu 110 ± 5 °C sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya (B_2),
- d). Kadar Lumpur dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$= \frac{(B_1 - B_2)}{B_1} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.5)$$

4) Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam agregat halus (pasir). Pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir), didasarkan SK SNI : 03-1971-1990. Langkah-langkah pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir) sebagai berikut :

- a). Diambil sampel jenuh kering muka sebanyak 1000 gram (B_1),
- b). Sampel tersebut kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5) °C sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang (B_2),
- c). Hitung kadar air dengan rumus sebagai berikut :

$$= \frac{(B_1 - B_2)}{B_2} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.6)$$

5) Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Halus (Pasir)

Langkah-langkah untuk mencari berat satuan pasir sebagai berikut :

- a). Diambil bejana berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang akan digunakan sebagai cetakan beton dan ditimbang beratnya (B_1),
- b). Bejana tersebut kemudian diisi dengan agregat halus (pasir) dalam keadaan jenuh kering muka, tiap 1/3 volume lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali dengan batang baja dan ditimbang beratnya (B_2),
- c). Volume bejana (V) dihitung dengan rumus, $V = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$

d). Berat satuan didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$= \frac{(B_2 - B_1)}{V} \dots\dots\dots(4.7)$$

6) Pemeriksaan gradasi agregat kasar (Split)

- a). Agregat kasar diambil dan dikeringkan dalam oven (110 ± 5)^oC sampai beratnya tetap, kemudian diambil sebanyak ± 1000 gram,
- b). Benda uji dimasukan kedalam saringan yang telah disusun berurutan mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil, yaitu 19,6 mm; 12,5 mm; 9,6 mm; 4,75 mm dan pan, kemudian saringan tersebut diayak dengan menggunakan *Shave shaker mechine* selama 15 menit,
- c). Butiran yang tertahan pada masing-masing ayakan kemudian ditimbang.

7) Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dilakukan selain untuk mengetahui berat jenis agregat kasar, juga untuk mengetahui persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar didasarkan SK SNI : 03-1969-1990. Langkah-langkah pemeriksaan ini sebagai berikut :

- a). Diambil benda uji yang lolos saringan 19,6 mm dan tertahan pada saringan 4,75 mm,
- b). Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu dan kotoran yang melekat, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5) °C sampai beratnya tetap,
- c). Benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian ditimbang dan diambil sampel ± 1000 gram (Bk),
- d). Benda uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam,
- e). Setelah direndam selama 24 ± 4 jam, benda uji dikeluarkan dan dibersihkan dengan menggunakan kain, hingga didapat dalam keadaan jenuh kering muka, kemudian ditimbang (Bj),

f). Benda uji dalam keadaan kering jenuh muka tersebut kemudian dimasukan dalam air sambil diguncang-guncangkan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap didalamnya dan ditimbang beratnya di dalam air (B_a),

g). Setelah didapatkan nilai-nilai yang dicari, tahap selanjutnya meliputi perhitungan sebagai berikut :

(1). Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(4.8)$$

(2). Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(4.9)$$

(3). Berat jenis tampak (*apparent spesific gravity*)

$$= \frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots(4.10)$$

(4). Penyerapan air agregat kasar

$$= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(4.11)$$

8) Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Berdasarkan SK SNI : 03-2417-1991, pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan atau ketahanan aus agregat kasar, dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Langkah-langkah pengujian keausan agregat kasar adalah sebagai berikut :

- a). Ambil benda uji yang lolos 19,6 mm dan tertahan pada saringan 4.75 mm,
- b). Benda uji dicuci untuk menghilangkan debu dan kotoran lain, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampel sebanyak ± 5000 gram (B_1),

- c). Benda uji tersebut dimasukan kedalam Mesin *Los Angeles* bersama dengan bola baja sebanyak 11 buah,
- d). Mesin dihidupkan dengan kecepatan putaran 30-33 rpm, sebanyak 500 putaran,
- e). Setelah 500 putaran mesin akan berhenti secara otomatis, kemudian benda uji diambil dan disaring dengan menggunakan saringan 1,7 mm,
- f). Butiran yang tertahan saringan 1,7 mm dicuci sampai bersih kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang beratnya (B_2),
- g). Keausan agregat kasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \dots\dots\dots (4.12)$$

9) Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar (Split)

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat kasar (*split*), yaitu sebagai berikut :

- a). Diambil benda uji lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu $110 \pm 5 ^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian ditimbang dan diambil sampel sebanyak ± 1000 gram (B_1),
- b). Benda uji dicuci beberapa kali sampai bersih, ditandai dengan air cucian tampak jernih,
- c). Kemudian benda uji dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu $110 \pm 5 ^\circ\text{C}$ sampai beratnya tetap, kemudian didinginkan pada suhu kamar dan ditimbang beratnya (B_2),
- d). Kadar lumpur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{(B_1 - B_2)}{B_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (4.13)$$

10) Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Split)

Berdasarkan SK SNI : 03-1971-1990, pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam agregat kasar (*split*).

- a. Perkiraan kebutuhan air per meter kubik

Dari tabel kebutuhan air per meter kubik beton, Kebutuhan air yang diperlukan 150 untuk slump 0 – 10 mm

- b. Berat semen yang diperlukan

$$W \text{ semen} = (1 / F_{as}) \times W \text{ air}$$

$$W \text{ semen} = (1 / 0,4) \times 150$$

$$W \text{ semen} = 375 \text{ kg}$$

- c. Gradasi agregat halus termasuk ke dalam daerah 3.

- d. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran

Dari grafik hubungan antara nilai f_{as} , slump dan persentase pasir terhadap agregat gabungan didapat persentase pasir sebanyak 28% - 35% (Lamp. 2).

Dipakai persentase agregat halus 32%.

- e. Berat jenis agregat campuran

$$\text{Berat jenis camp} = \frac{k_h}{100} \times b_{jh} + \frac{k_k}{100} \times b_{jk}$$

$$B_j \text{ camp} = \frac{32}{100} \times 2,86 + \frac{68}{100} \times 2,32$$

$$B_j \text{ camp} = 2,5$$

- f. Perkiraan berat beton

Dari grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton didapat berat beton = 2327 kg (Lamp. 4).

- g. Kebutuhan berat agregat campuran

$$W \text{ agr camp} = W \text{ beton} - W \text{ air} - W \text{ semen}$$

$$W \text{ agr camp} = 2327 - 150 - 375$$

$$W \text{ agr camp} = 1802 \text{ kg}$$

- h. Berat agregat halus yang diperlukan

$$W \text{ agr h} = k_h \times W \text{ agr camp}$$

$$W \text{ agr h} = 0,32 \times 1802$$

$$W \text{ agr h} = 576,64 \text{ kg}$$

- i. Berat agregat kasar yang diperlukan

E. Analisis Data hasil penelitian

Analisis data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik deskriptif, kuantitatif berupa tabel kuat tekan optimum, berat jenis beton, dan grafik penurunan kuat tekan dan berat jenis beton menggunakan agregat bambu dengan penambahan *silicafume* terhadap beton normal.

Tiap benda uji dengan proporsi campuran agregat bambu akan menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang berbeda, sehingga dari perbedaan nilai uji tersebut akan diperoleh hubungan korelasi antara variabel yang memiliki nilai berbeda.

1. Persentase agregat bambu dalam campuran beton

Persentase agregat bambu dalam campuran beton yang telah ditentukan yaitu sebesar 20%; 40%; 60%; 80%, dan 100% terhadap berat agregat konvensional split.

2. Nilai slump dan serapan air

Nilai slump diperoleh dari perbandingan keruntuhan beton segar terhadap tinggi kerucut abrams pada berbagai titik yang diakumulasi terhadap jumlah titik pengamatan. Sementara nilai serapan air di peroleh dari perbandingan berat beton keras dan berat beton setelah perendaman terhadap beton yang jenuh air (setelah perendaman).

3. Nilai kuat tekan dan berat jenis beton

Nilai kuat tekan diperoleh dari pembebanan maksimum terhadap luas penampang benda uji pada posisi pembebanan searah dengan benda uji. Sementara berat jenis beton diperoleh dari berat beton setelah perendaman berbanding terhadap volume dalam satuan meter kubik.

Tabel 4.2 Design analisis

No	Pengamatan	Persentase agregat bambu dari berat agregat split konvensional					
		Normal	20%	40%	60%	80%	100%
1	Nilai Slump	X	X	X	X	X	X
		Y	Y	Y	Y	Y	Y

		Z	Z	Z	Z	Z	Z
2	Serapan air	X	X	X	X	X	X
		Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Z	Z	Z	Z	Z	Z
3	Berat jenis dan kuat tekan	X	X	X	X	X	X
		Y	Y	Y	Y	Y	Y
		Z	Z	Z	Z	Z	Z

Dari satu variabel kuat tekan dan berat jenis beton dengan beberapa benda uji yang memiliki proporsi agregat bambu yang sama akan diakumulasi dan ditentukan nilai rata-ratanya. Desain analisis hubungan persentase agregat bambu dan agregat konvensional split terhadap nilai slump, nilai serapan air, berat jenis dan kuat tekan terhadap beton normal sebagaimana disajikan pada tabel 4.2.