

BAB V

PELAKSANAAN PENELITIAN

Penelitian tugas akhir ini merupakan suatu percobaan laboratorium yang dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Sebelum percobaan dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan analisis dan pemeriksaan mengenai material dan langkah-langkah yang akan dipakai, yang antara lain meliputi persiapan material, pemeriksaan agregat kasar (kerikil), pemeriksaan agregat halus (pasir), perancangan campuran adukan beton, pengujian *slump* dan pembuatan benda uji.

5.1 Persiapan Material

Persiapan material dilaksanakan guna mendukung validitas penelitian agar sesuai dengan batasan masalah yang telah diuraikan di depan, sehingga pada akhir analisis hasil percobaan didapatkan kesimpulan yang mendekati kebenaran. Adapun persiapan material ini meliputi: penyediaan material, pencucian agregat, dan pemeriksaan SSD agregat.

5.1.1 Penyediaan material

Material yang digunakan meliputi pasir, kerikil, semen, air laut, air, dan *fly ash*. Pasir berasal dari Kali Boyong, Kaliurang, kerikil berasal dari Clereng,

Bantul. Semen yang digunakan adalah semen portland merek Gresik dengan kapasitas 50 kg, air laut diambil dari pantai Parangtritis Yogyakarta, sedangkan *fly ash* Gunung Merapi diambil dari Babadan, Muntilan, Jawa Tengah.

5.1.2 Pencucian agregat

Pencucian agregat ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang tercampur ke dalam agregat seperti lumpur dan zat-zat organik. Pencucian agregat (pasir dan kerikil) dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama yaitu dengan cara menaruh agregat di atas karung plastik yang diletakkan di permukaan lantai yang miring, kemudian disemprot dengan air hingga lumpurnya larut dengan air, hal ini dimaksudkan dengan tujuan agar sebagian besar kandungan lumpur segera hilang. Tahap kedua dilakukan dengan cara menaruh agregat dalam bak kemudian disiram air sambil diaduk-aduk, hingga lumpur larut dalam air. Hal ini dilakukan berulang hingga air kelihatan jernih, sehingga dianggap tidak ada lagi kandungan lumpur dalam agregat.

5.1.3 Pemeriksaan SSD

Tujuan pemeriksaan SSD (*saturated surface dry*) adalah agar pasir dan kerikil yang digunakan dalam campuran beton tidak menghisap atau menambah air pada campuran beton tersebut sehingga jika dilihat dari luar pasir dan kerikil kelihatan kering tetapi di dalamnya sudah jenuh air. Untuk kerikil, pemeriksaan SSD dilakukan dengan cara merendam ke dalam bak air selama 24 jam, kemudian setelah itu ditaruh di atas karung dan diangin-anginkan beberapa saat hingga kelihatan permukaan kerikil menjadi keputih-putihan atau kering permukaan.

5.2 Pemeriksaan Kadar Garam

Pemeriksaan kadar garam ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase kandungan garam dalam air laut. Seperti apa yang sudah diuraikan di depan bahwa garam atau Natrium Clorida (NaCl) berasal dari reaksi pembentukan Na^+ dan Cl^- , sehingga berat NaCl diperoleh dari jumlah berat Na dan berat Cl.

5.2.1 Kadar garam air laut

Dari hasil pemeriksaan analisa kimia yang dilakukan di Laboratorium Kimia Balai Teknik Kesehatan Lingkungan (BTKL) Yogyakarta didapatkan hasil sebagaimana tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil analisa laboratorium kimia BTKL.

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisa Kimia No. Lab. 5337 F
1.	Natrium (Na)	mg/lt	15923,913
2.	Clorida (Cl)	mg/lt	19463,96

Berdasarkan data tabel 5.1., maka :

$$\begin{aligned} \text{Berat volume NaCl} &= 15924 \text{ mg/lt} + 19464 \text{ mg/lt} \\ &= 35388 \text{ mg/lt} \\ &= 35,39 \text{ gr/lt} \end{aligned}$$

dari percobaan didapatkan :

$$\text{berat volume air laut} = 921 \text{ gr/lt}$$

$$\begin{aligned} \text{jadi, kadar garam} &= \frac{35,39 \text{ gr/lt}}{921 \text{ gr/lt}} \times 100\% \\ &= 3,84 \% \end{aligned}$$

5.2.2 Kadar garam air labotarium BKT FTSP UII

Dari hasil pemeriksaan analisa kimia yang dilakukan pada Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada didapatkan hasil pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil pemeriksaan Laboratorium Kimia Analitik

No.	Parameter	Kode Sampel	Hasil Pengukuran
1.	Na	Lab. BKT UII	0,02656 %
2.	Cl	Lab. BKT UII	0,24850 %

Garam Natrium Klorida (NaCl) berasal dari reaksi pembentukan Na^+ dan Cl^- , sehingga persentase senyawa NaCl diperoleh dari penjumlahan persentase ion Na^+ ditambah persentase ion Cl^- .

Dari data tabel 5.2 di atas, maka dapat dicari persentase kandungan garam NaCl dan air laboratorium BKT FTSP UII, seperti dalam hitungan berikut ini :

$$\text{Kadar garam} = 0,0265\% + 0,2485\% = 0,275\%$$

Menurut persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan air dengan kandungan NaCl adalah $< 2\%$, maka air laboratorium BKT FTSP UII masih memenuhi syarat (DPU, 1984).

5.3 Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil)

Pemeriksaan agregat kasar atau kerikil ini meliputi: pemeriksaan berat jenis, berat jenis kering tusuk, analisis saringan dan modulus halus butir (mhb). Kerikil yang digunakan pada penelitian ini berupa batu pecah (*split*) dari Clereng, Bantul dengan diameter maksimum 20 mm.

5.3.1 Pemeriksaan berat jenis kerikil

Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis kerikil adalah:

1. menimbang kerikil, W (gram)
2. Mengisi gelas ukur dengan air, V_1 (Cc)
3. Memasukkan kerikil ke dalam gelas ukur, volume menjadi V_2 (Cc).

$$\text{Berat jenis (BJ)} = \frac{W}{(V_2 - V_1)}$$

Hasil dari percobaan di laboratorium, ditampilkan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar

	Benda uji I		Benda uji II	
	Berat agregat (W)	406	Gram	430
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + agregat (V_2)	655	Cc	600	Cc
Berat jenis (BJ) = $\frac{W}{(V_2 - V_1)}$	2,619		2,687	
Berat jenis rata-rata	2,653			

5.3.2. Pemeriksaan berat jenis kering tusuk kerikil

Untuk BJ kering tusuk kerikil, pemeriksaan dilakukan sebagai berikut:

1. menimbang cetakan silinder, W_1 (gram).
2. Mengisi kerikil SSD pada silinder sambil ditusuk-tusuk 25 kali pada setiap 10 cm tinggi silinder, kemudian ditimbang, W_2 (gram), dan
3. menghitung volume silinder, $V = 0,25 \times \pi \times 15^2 \times 30 = 5301,4376 \text{ cm}^3$.

$$\text{Berat jenis kering tusuk} = \frac{W_2 - W_1}{V} (\text{gr/cm}^3)$$

Hasil pemeriksaan berat jenis kering tusuk dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4. Berat jenis kering tusuk kerikil

	Benda uji I		Benda uji II	
Berat tabung (W_1)	5,55	Kg	5,65	Kg
Berat tabung + agregat (W_2)	13,5	Kg	13,6	Kg
Volume tabung = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	m^3	$5,3 \cdot 10^{-3}$	m^3
Berat volume = $\frac{W_2 - W_1}{V}$	1,5 t/ m^3		1,5 t/ m^3	
Berat volume rata-rata	1,5 t/ m^3			

Hasil pemeriksaan berat jenis dan berat jenis kering tusuk agregat kasar (kerikil) dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5. Berat jenis kerikil dan berat jenis kering tusuk kerikil.

Asal kerikil	Berat jenis kerikil	Berat jenis kering tusuk
Clereng Bantul	2,653	1,5

5.3.3. Analisa saringan dan modulus halus butir (mhb) kerikil

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai mhb dan gradasi kerikil, sebagaimana yang disyaratkan menurut *British Standard*. Ukuran butir maksimum kerikil 20 mm.

Urutan pelaksanaannya adalah:

1. menyusun ayakan sesuai dengan urutan diameter, yaitu dari atas ke bawah mulai dari diameter 38 mm, 19 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm.

2. menimbang contoh kerikil sesuai dengan kebutuhan kemudian dimasukkan ke dalam ayakan yang paling atas dan ditutup rapat,
3. menggetarkan susunan ayakan dengan mesin Siever selama 15 menit, dan
4. menimbang kerikil yang tertinggal dari masing-masing ayakan.

Dari hasil pemeriksaan analisis saringan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Hitungan modulus halus kerikil dengan butiran maksimum 20 mm.

No.	Saringan Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal komulatif (%)	
		I	II	I	II		
1.	38	0	0	0	0	0	0
2.	19	0	0	0	0	0	0
3.	9,6	490	505	49	50,5	49	50,5
4.	4,8	445	442	44,5	44,2	93,3	94,7
5.	2,4	46	27,5	4,6	2,75	98,1	97,45
6.	1,2	13	11	1,3	1,1	99,4	98,55
7.	0,6	6	14,5	0,6	1,45	100	100
8.	0,3	0	0	0	0	100	100
9.	0,15	0	0	0	0	100	100
10.	PAN	0	0	0	0	-----	-----
Jumlah						639,8	641,2

$$\text{Jumlah rata-rata} = \frac{639,8 + 641,2}{2} = 640,50$$

Rumus untuk menghitung modulus halus butir (mhb) adalah:

$$\text{modulus halus butir (mhb)} = \frac{\% \text{ kumulatif tertinggal}}{100} = \frac{640,50}{100} = 6,405$$

5.4. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan agregat halus ini meliputi:

1. pemeriksaan berat jenis,
2. Pemeriksaan kadar lumpur,
3. analisis saringan, dan
4. modulus halus butir.

5.4.1 Pemeriksaan berat jenis pasir

Urutan pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. menimbang pasir, $W = 400$ gr.
2. gelas ukur diisi air, $V_1 = 500$ cc.
3. Pasir dimasukkan gelas ukur, volume menjadi $V_2 = 650$ cc,

$$\text{Berat jenis (BJ)} = \frac{400}{(650 - 500)} = 2,667 \text{ gr/cc}$$

Jadi diperoleh berat jenis pasir adalah 2,667 gr/cc

5.4.2 Pemeriksaan kandungan lumpur

Tujuan pemeriksaan kandungan lumpur adalah untuk mengetahui besarnya kandungan lumpur dalam agregat halus yang akan digunakan dalam campuran adukan beton. Pada penelitian ini pasir terlebih dahulu dicuci sebelum digunakan. Pemeriksaan kandungan lumpur dilakukan setelah pasir dicuci, maksudnya adalah untuk memastikan berapa persen kandungan lumpur di dalamnya.

Adapun cara pelaksanaan pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir adalah:

1. menimbang pasir kering oven sebanyak 200 gram dan memasukkannya ke dalam gelas ukur 500 cc,
2. diisi dengan air sampai pada ketinggian 12 cm dari permukaan pasir,
3. gelas ukur ditutup dan dikocok berkali-kali sampai airnya tampak keruh,
4. setelah 1 menit, perlahan-lahan air dibuang sehingga pasirnya tidak ikut terbang,
5. mengulangi pekerjaan (4) hingga airnya menjadi jernih,
6. pasir dipindahkan dari gelas ukur ke dalam piring, selanjutnya pasir dimasukkan ke dalam oven pada temperatur 105°C selama 24 jam,
7. pasir dikeluarkan dan didinginkan kemudian ditimbang, dan didapat berat pasir W_{ko2} (gram).

Adapun hasil pemeriksaan kandungan lumpur dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5.7. Data pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir.

	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat piring kosong (W_1)	156,5 gram	149,5 gram
Berat piring + pasir kering oven (W_2)	356,5 gram	343,5 gram
Berat pasir kering oven ($W_{ko1} = (W_2 - W_1)$)	200 gram	200 gram
Pasir kering setelah dicuci (W_{ko2})	194 gram	195,5 gram
Kandungan lumpur $\frac{W_{ko1} - W_{ko2}}{W_{ko1}} \times 100 \%$	2,75 %	2,25 %
Kandungan Lumpur rata-rata	2,5 %	

Kandungan lumpur yang terdapat pada sample agregat halus pasir yang berasal dari Kaliurang = 2,5 % < 5% (memenuhi syarat)

5.4.3 Analisis saringan dan modulus halus butir

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui nilai mhb dan gradasi kerikil, sebagaimana yang disyaratkan menurut British Standard. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari sungai Boyong Kaliurang.

Untuk pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. menyusun ayakan sesuai dengan urutan diameter, yaitu dari atas ke bawah dari diameter 38 mm, 19 mm, 4,8 mm, 1,2 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm,
2. menimbang contoh pasir sesuai kebutuhan kemudian dimasukkan ke dalam ayakan yang paling atas kemudian ditutup rapat, dan
3. menggetarkan susunan ayakan dengan mesin Siever selama 15 menit, pasir yang tertinggal dari masing-masing ayakan dipindahkan ke dalam piring dan ditimbang.

Hasil pemeriksaan analisis saringan dan gradasi pasir dapat dilihat pada tabel 5.8. dan 5.9.

Tabel 5.8. Pemeriksaan analisis saringan pada pasir

Saringan		Berat tertinggal (gr)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal kumulatif (%)	
No.	Ø lubang (mm)	I	II	I	II	I	II
1.	4,8	140,5	130	7,025	6,5	7,025	6,5
2.	2,4	144	156	7,2	7,8	14,225	14,3
3.	1,2	360	367	18	18,35	32,225	32,65
4.	0,6	630	610	31,5	30,5	63,725	63,15

melalui ketentuan sd , nilai m , $f'c_s$, $f'c_R$, fas , $slump$, ukuran maksimum agregat, dan kebutuhan pasir, seperti yang akan dijelaskan berikut ini:

1. Menentukan sd (standar deviasi)

berdasarkan tabel 3.7. nilai deviasi standar dengan kategori mutu pekerjaan baik dan volume pekerjaan kecil, didapat $sd = 60 \text{ kg/cm}^2$.

2. Menentukan nilai m

$k = 1,64$ (lihat gambar 3.1. dengan jumlah benda uji 10 buah)

$$m = k \times sd = 1,64 \times 60 = 98,4 \text{ kg/cm}^2 = 9,84 \text{ Mpa.}$$

3. Menentukan kuat desak rencana ($f'c_R$)

$$f'c_s = 30 \text{ Mpa}$$

$$f'c_R = f'c_s + m = 30 + 9,84 = 39,84 \text{ Mpa.}$$

4. Menentukan nilai fas (faktor air semen)

a. $f'c_R = 39,84 \text{ Mpa}$, dari tabel 3.8. didapatkan $fas = 0,378$

b. berdasarkan lingkungan (lihat tabel 3.9.) didapatkan $fas = 0,52$

c. maka fas yang dipakai adalah fas yang paling kecil, yaitu 0,378.

5. Menentukan nilai $slump$

dari tabel 3.8. didapat nilai $slump = 7,5 - 15 \text{ cm}$.

6. Menentukan ukuran maksimum agregat

ukuran maksimum agregat adalah 20 cm.

7. Menentukan kebutuhan air

berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai $slump$ (lihat tabel 3.12.)

didapat volume air = 203 liter dengan volume udara terperangkap 2%.

8. Menentukan jumlah semen

$$\text{berat semen} = \frac{\text{berat.air}}{\text{fas}} = \frac{203}{0,378} = 537,037 \text{ kg/ } 1 \text{ m}^3 \text{ beton}$$

$$\text{volume semen} = \frac{\text{berat.semen}}{\text{Bj.semen}} = \frac{537,037}{3,15 \times 10^3} = 0,1705 \text{ m}^3$$

9. Menentukan kebutuhan kerikil

berdasarkan tabel 3.13. dengan ukuran maksimum butir 20 mm dan *mhb* pasir = 3,039 didapat kebutuhan kerikil 0,40 m³.

$$\begin{aligned} \text{berat kerikil} &= \text{vol. Kerikil SSD} \times \text{berat jenis kering tusuk kerikil} \\ &= 0,40 \times 1,5561 \\ &= 0,62244 \text{ t/m}^3 = 622,44 \text{ kg/1 m}^3. \end{aligned}$$

10. Menentukan kebutuhan pasir

Dari hitungan di atas didapat:

$$\begin{aligned} \text{volume pasir} &= 1 - (\text{vol. Air} + \text{vol. semen} + \text{vol. kerikil} + 2\% \text{ udara}) \\ &= 1 - (0,203 + 0,170 + 0,40 + 0,02) \\ &= 0,207 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{berat pasir} &= \text{berat jenis pasir} \times \text{volume pasir} \\ &= 2,667 \times 0,207 = 0,729 \text{ ton.} \\ &= 729 \text{ kg/1 m}^3 \end{aligned}$$

5.6. Kebutuhan Campuran Adukan Beton

Pada penelitian ini digunakan cetakan berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Jumlah variasi ada 2 buah sedangkan tiap variasi berjumlah 10 buah. Pembuatan adukan dilakukan tiap variasi yaitu 10 benda uji.

$$\text{Volume silinder} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t = 0,25 \cdot 3,1416 \cdot 0,15^2 \cdot 0,3 = 0,0053 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ Variasi} = 10 \text{ silinder} = 10 \times 0,0053 = 0,053 \text{ m}^3$$

$$\text{berat PC} = 537 \times 0,053 = 28,461 \text{ kg}$$

$$\text{berat pasir} = 729 \times 0,053 = 38,637 \text{ kg}$$

$$\text{berat kerikil} = 1.061 \times 0,053 = 56,233 \text{ kg}$$

$$\text{berat air} = 203 \times 0,053 = 10,759 \text{ liter}$$

$$\text{berat fly ash} = 10\% \times 28,461 = 2,8461 \text{ kg}$$

$$\text{berat air yang dibutuhkan} = 10,759 - (15\% \times 10,759) = 9,145 \text{ liter}$$

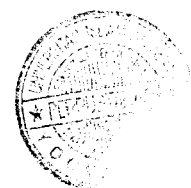
Tabel 5.10. Perbandingan berat adukan beton

Jenis material	Semen	Pasir	Kerikil	Air
Berat (kg)	28,461	38,637	56,233	9,145
Perbandingan	1	1,3575	1,9758	-

Untuk hasil perancangan adukan beton dengan metode ACI dengan volume 0,053 m³ selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.11.

Tabel 5.11. Perancangan adukan beton dengan menggunakan metoda ACI untuk volume 0,053 m³.

No.	Uraian	Keterangan
1.	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari (f'_c)	30 Mpa
2.	Nilai tambah (m)	9,84
3.	Kuat tekan yang direncanakan (f'_cR)	39,84
4.	Jenis semen (PC/PPC)	PC
5.	Jenis agregat kasar (alami/batu pecah)	Batu pecah
6.	Jenis agregat halus (alami/pecahan)	Alami
7.	Faktor air semen	0,378



8.	Faktor air semen maksimum	0,52
9.	Dipakai faktor air semen yang rendah	0,378
10.	Ukuran maksimum agregat kasar	20 mm
11.	Nilai <i>slump</i>	7,5 – 15 cm
12.	Kebutuhan air	9,145 liter
13.	Kebutuhan semen Portland	28,461 kg
14.	Kebutuhan agregat halus	38,637 kg
15.	Kebutuhan agregat kasar	56,233 kg
16.	Kebutuhan fly ash	2,8461 kg

Untuk pelaksanaan di lapangan kebutuhan campuran pada tiap variasi umur ditambahkan 20% sebagai cadangan kehilangan pada proses pelaksanaan.

