

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Standar Tes dan Spesifikasi Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian dan klasifikasi terhadap bahan penyusun campuran beton. Adapun bahan-bahan penyusun tersebut adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland jenis I merk Gresik dengan data sebagai berikut :

- a. Berat jenis : 3,15 gram/cm³
- b. Tipe Semen : Tipe I

2. Agregat halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam dengan data bahan sebagai berikut :

- a. Asal pasir : Sungai Boyong
- b. Berat jenis : 2,5158 gram/cm³

Adapun modulus halus butir (mhb) dari pasir diatas ditunjukkan dengan tabel

4.1. sebagai berikut :

Tabel 4.1 Gradasi pasir alam asal sungai Boyong

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat Tertinggal (%) Komulatif	
	I	II	I	II	I	II
percobaan						
4,80	0,4	0,2	0,026	0,01338	0,0267	0,01338
2,40	108,9	106,1	7,2736	7,09936	7,3003	7,11274
1,20	198,5	208,3	13,2581	13,93777	20,5584	21,05051
0,60	388,7	386,2	25,9618	25,84142	46,5202	46,89193
0,30	431,4	434,5	28,8138	29,07327	75,334	75,9651
0,15	292,8	286,7	19,5565	19,18367	94,8905	95,14887
Sisa	75,5	72,5	5,1095	4,85113	-	-
Jumlah	1495,2	1494,5	100	100	244,630	246,1825
Jumlah rata-rata	1495,35		100		245,4063	

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (mhb)} &= \frac{\% \text{ berat tertinggal}}{100} \\
 &= \frac{245,4063}{100} \\
 &= 2,45
 \end{aligned}$$

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat batu alam pecah dengan data sebagai berikut :

1. Asal agregat : Sungai Progo
2. Berat jenis (SSD) : 2,381 gr/cm³
3. Berat Volume Agregat : 1531,132075 kg/m³

4. Air

Air yang digunakan didalam penelitian ini adalah air Pam Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII.

5. Bahan Pozzolan

Penelitian ini memakai bahan pozzolan berupa abu sekam padi merupakan hasil limbah pembakaran pembuatan bata di daerah Pleret Bantul Yogyakarta, setelah lolos ayakan no 150.

4.2 Alat-alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini akan ditampilkan di dalam tabel 4.2 berikut ini

Tabel 4.2 Alat-alat yang dipergunakan.

No	Alat	Kegunaan
1.	Oven	Pengering agregat
2.	Piring logam	Menampung agregat di oven
3.	Mesin siever	Pengayak mekanik
4.	Ayakan	Menyaring agregat
5.	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
6.	Gelas ukur	Menakar air
7.	Ember	Menampung agregat
8.	Kerucut abrams	Pengujian slump
9.	Cangkul	Mengaduk agregat
10.	Sekop kecil	Memasukkan adukan ke dalam cetakan
11.	Penggaris	Mengukur slump
12.	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
13.	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
14.	Kapiler	Mengukur diameter benda uji
15.	Mesin uji desak	Uji desak beton
16.	Alat uji permeabilitas	Uji permeabilitas beton
17.	Kolam perendam	Menjaga kelembaban beton/perawatan beton

4.3 Prosedur penelitian

Prosedur penelitian ini digambarkan dalam bagan alir berikut ini:

1. Tahap perumusan masalah

Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembatasan terhadap permasalahan.

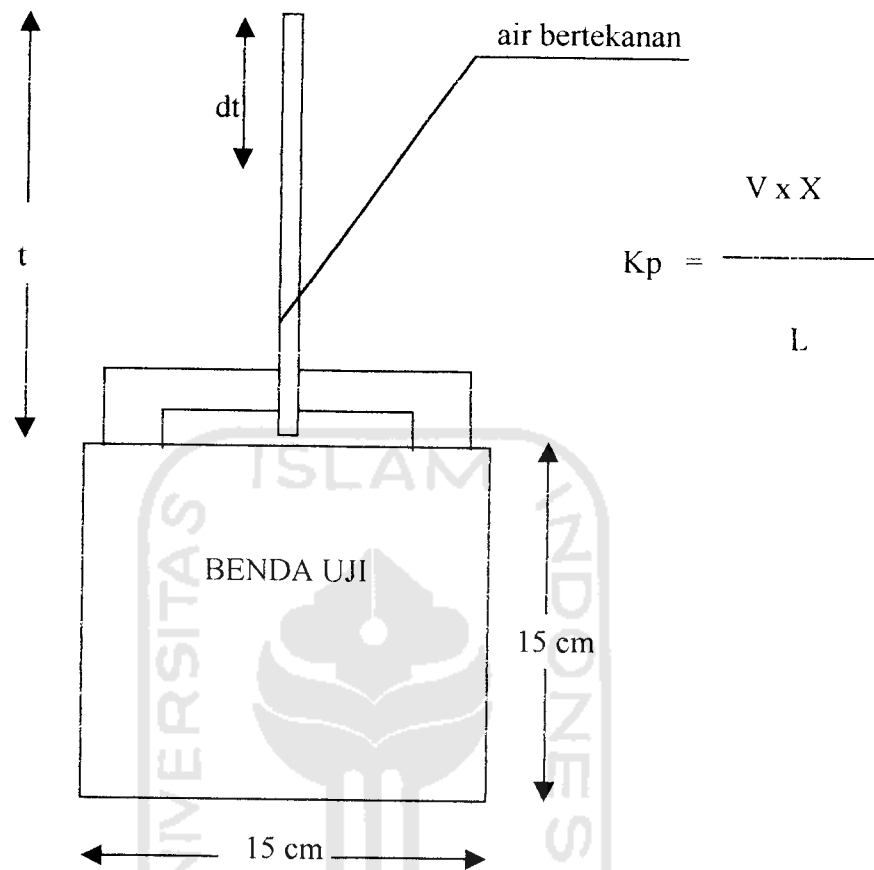
2. Tahap perumusan teori

Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jenis penelitian dan hasil yang ingin didapat. Pada penelitian ini dilaksanakan di laboratorium teknik sipil meliputi:

- pemeriksaan bahan campuran beton
- perencanaan campuran beton
- pembuatan campuran beton
- pengujian slump
- pembuatan benda uji
- perawatan benda uji
- pengujian benda uji



Gambar 4.1. Uji permeabilitas pada benda uji

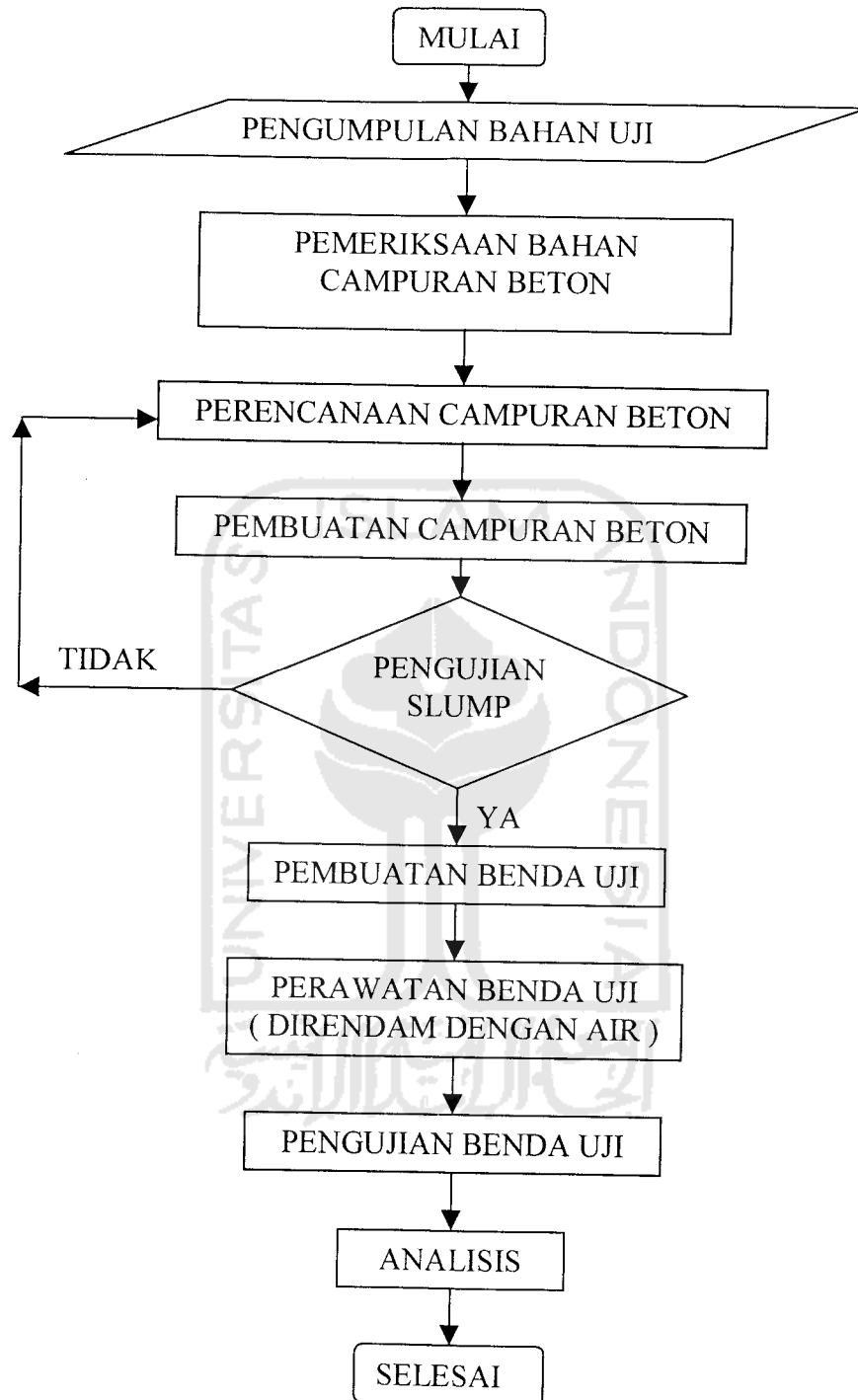
4. Tahap analisa dan pembahasan

Analisa dilakukan terhadap hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan terhadap hipotesa. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi.

5. Tahap penarikan kesimpulan

Dari hasil laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.





Gambar 4.2. Bagan alir prosedur penelitian

4.4. Perencanaan Perhitungan Campuran Beton

Perencanaan perhitungan campuran beton didalam penelitian ini menggunakan metode standar ACI dengan data sebagai berikut

1. Kuat desak rencana : 30 Mpa
2. Diameter agregat : 30 mm
3. Modulus halus butir (mhb) pasir : 2,5
4. Berat jenis pasir (SSD) : 2,5158 gram/cm³
5. Berat jenis kerikil (SSD) : 2,381 gram/cm³
6. Berat volume agregat kasar : 1531,132075 kg/m³
7. Berat jenis semen : 3,15 gram/cm³

Adapun langkah-langkah perhitungan perencanaannya adalah sebagai berikut ini

1. Menghitung kuat desak beton rata-rata

Kuat desak beton rata-rata dihitung dari kuat desak beton rencana dan dihitung dengan persamaan 3.6. dengan nilai k untuk Indonesia menggunakan perkiraan 5 % defektif (kegagalan) sebesar 1.64, faktor pengali untuk standar deviasi yang sampelnya kurang dari 15 buah nilai deviasi standar 70 kg/cm² pada kondisi pekerjaan cukup dengan volume kecil sehingga kuat desak rata-rata beton adalah

$$\begin{aligned}
 f_{cr}' &= f_c' + k \cdot s_d \\
 &= 300 + 1.64 \times (1.16 \times 70) \\
 &= 433 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 43.3 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

2. Menentukan faktor air semen

- a. Berdasarkan nilai kuat desak rata-rata sebesar 43.3 Mpa maka diperoleh pada tabel 3.11. nilai fas sebesar 0,385
- b. Berdasarkan perencanaan beton untuk bangunan didalam ruangan dan kondisi keliling non korosif, maka diperoleh nilai fas maksimum (pada tabel 3.12) sebesar 0,60

Dari kedua asumsi perkiraan diambil nilai fas sebesar 0,385.

3. Menetapkan nilai slump

Didasarkan pada tabel 3.13 untuk beton yang digunakan sebagai pelat, balok, kolom, dan dinding, diperoleh nilai slump sebesar 75 mm–150 mm

4. Menetapkan kebutuhan air

Jumlah air yang diperlukan berdasarkan nilai slump (tabel 3.14) diperoleh air sebesar 177 liter dan udara terperangkap dalam beton sebesar 1 %.

5. Menghitung kebutuhan semen

Dari penentuan langkah kedua dan keempat maka kebutuhan semen dapat dihitung sebagai berikut

$$\text{fas} = \frac{w_{air}}{w_{semen}}$$

$$W \text{ semen} = \frac{177}{0,385}$$

$$= 459,74 \text{ kg}$$

6. Menentukan volume agregat kasar

Volume agregat kasar ditentukan berdasarkan ukuran agregat 30 mm dan MHB pasir 2,5 sesuai dengan tabel 3.15 diperoleh volume agregat kasar sebesar $0,75 \text{ m}^3 = 75 \%$.

$$\text{Berat agregat kasar} = 0,75 \times 1531,132075 = 1148,3491 \text{ kg/m}^3$$

7. Volume agregat halus

Volume semen	$= 491,6667 / (3,15 \times 1000) = 0,1561$	
Volume air	$= 177 / 1000$	$= 0,177$
Volume agregat kasar	$= 1148,3491 / (2,38 \times 1000) = 0,4824$	
Volume udara terperangkap	$= 1 \%$	$= 0,01$
		$\Sigma = 0,8255$

$$\text{volume agregat halus} = 1,0 - 0,8255 = 0,1745$$

$$\text{Berat agregat halus} = 0,1745 \times 2,5158 \times 1000 = 464,6683 \text{ kg}$$

8. Kebutuhan material dalam 1 m^3 adukan beton normal

Dari penentuan parameter diatas maka diperoleh untuk 1 m^3 beton dengan perbandingan $P_c : P_s : K_r : A = 1 : 1,2 : 2,5 : 0,46$ diperlukan material :

a. Berat semen $= 459,7400 \text{ kg}$

b. Berat pasir $= 464,6683 \text{ kg}$

c. Berat kerikil $= 1148,349 \text{ kg}$

d. Berat air = 177 liter

9. Kebutuhan material 1 m³ adukan beton dengan pozzolan *rice husk ash* 5%, 10%, 15%, atau 20% untuk pengurangan tiap-tiap penambahan semen dalam setiap adukan.

4.5. Pembuatan Campuran Beton

Pembuatan campuran beton didalam penelitian ini berpedoman pada SKSNI T-28-1991-03 tentang tata cara pengadukan dan pengecoran beton. Cara pembuatan campuran beton dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan asumsi, persyaratan dan kebutuhan pada saat perhitungan campuran adukan (*mix design*).

4.6. Pengujian Slump

pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut standar Abrahams.

Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan atau kemudahan pengerjaan (*workability*) dari setiap campuran yang telah dibuat. Pada penelitian ini dipakai nilai slump sebesar 75 mm – 150 mm.

4.7. Pembuatan Benda Uji

Pembutan benda uji dilaksanakan setelah pengujian slump mencapai nilai yang dikehendaki. Dalam penelitian ini digunakan cetakan silinder standar dengan ukuran berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Masing-masing variasi menggunakan 6 cetakan silinder. Untuk memudahkan identifikasi masing-masing sampel diberi kode sebagai berikut

1. Untuk sampel beton standar normal tanpa bahan tambah diberi kode A1, A2, A3, A4, A5, A6.
2. Untuk sampel beton dengan bahan tambah abu sekam padi sebesar 5 % diberi kode B1, B2, B3, B4, B5, B6.
3. Untuk sampel beton dengan bahan tambah abu sekam padi sebesar 10 % diberi kode C1, C2, C3, C4, C5, C6.
4. Untuk sampel beton dengan bahan tambah abu sekam padi sebesar 15 % diberi kode D1, D2, D3, D4, D5, D6.
5. Untuk sampel beton dengan bahan tambah abu sekam padi sebesar 20 % diberi kode E1, E2, E3, E4, E5, E6.

Selama pembuatan benda uji khususnya pada saat penuangan campuran beton diikuti oleh proses pemadatan manual dengan batang besi tulangan sehingga diharapkan dapat dicapai kepadatan yang diinginkan atau direncanakan.

Beton yang dirancang dengan komposisi bahan material yang telah ditentukan harus disertai dengan pelaksanaan yang baik agar menghasilkan beton yang sesuai dengan kekuatan yang direncanakan.

4.8. Perawatan Benda Uji

Beton memerlukan perawatan untuk menjamin terjadinya proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna dengan menjaga kelembaban permukaan beton.

Untuk mempertahankan beton supaya berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari, maka dilakukan perendaman sampel beton didalam bak perendaman dan direndam dengan air bersih selama berumur 28 hari.

4.9. Pengujian Benda Uji

Pada penelitian ini kami akan melakukan pengujian-pengujian sebagai berikut ini

- a. Pengujian desak beton dilakukan sesuai dengan standar pengujian ASTM yaitu dengan pembebanan vertikal dengan menggunakan mesin desak hidrolik dimana benda uji diletakkan pada tempat pengujian lalu dilakukan pembebanan secara bertahap secara perlahan sampai mencapai beban maksimum (benda uji mengalami kehancuran).
- b. Pengujian permeabilitas dilakukan untuk mengontrol angka pemasukan uap lembab yang mengandung kimia agresif dan gerakan perpindahan air selama panas ataupun beku dan juga permeabilitas dapat diukur dengan determinasi angka arus angin lembab atau air bertekanan secara bertahap melalui lempeng beton uji, sehingga beton tersebut mencapai keadaan permeabilitas atau impermeabel. Kemampuan suatu benda untuk mampu menahan atau mengurangi aliran air kedalam media tersebut, berhubungan dengan permeabilitas bahan/benda tersebut. Material hasil pencampuran diharapkan mempunyai permeabilitas yang rendah, sehingga dapat menahan sejumlah air meskipun kelarutan dari komponennya tidak mencapai nol. Apabila komponen beracun yang dapat terlarut menjadi sedikit, makin sedikit air yang masuk

kedalam hasil pencampuran, dengan demikian makin sedikit kemungkinan bahan beracun mencemari tanah atau lingkungan. Nilai permeabilitas pada beton parameter yang paling mempengaruhi tingkatnya adalah perbandingan antara air dengan semen (*W/C ratio*). Bila harga *W/C ratio* kecil akan menyebabkan porositas pasta kecil yang menjadikan beton lebih kedap. Semakin kecil permeabilitas beton, akan menghasilkan durabilitas yang lebih baik.

Perhitungan koefisien permeabilitas dilakukan dengan *Hukum Darcy*, Yaitu :

$$\frac{Idq}{Adt} = Kx(\Delta h/L)$$

Dimana :

K= koefisien permeabilitas, (m/det)

A= luas penampang spesimen beton yang diberikan tekanan, (m²)

Δh= head loss spesimen, yang diambil dari tekanan osmotis, (m)

dq/dt = kecepatan volume air yang mengalir kedalam spesimen beton persatuan waktu, (m³/det)

L= tebal benda uji (m).

Koefisien permeabilitas dari beberapa bahan disajikan dalam tabel 4.3

Tabel 4.3 Koefisien Permeabilitas Bahan 1 [18]

Bahan	Koefisien permeabilitas (m/s)
Krikil	$\geq 1 \times 10^{-2}$
Krikil berpasir	$10^{-2} - 10^{-4}$
Pasir	$10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$
Pasir Halus	$5 \times 10^{-5} - 10^{-5}$
Lanau berpasir	$10^{-5} - 10^{-6}$
Lanau	$10^{-6} - 10^{-7}$
Tanah liat	$\leq 10^{-8}$
Beton	10^{-8}