

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Supaya mendapatkan hasil yang rasional dan dapat dipertanggung-jawabkan, maka dalam suatu penelitian diharuskan adanya suatu langkah kerja yang runtut dan teratur. Langkah kerja tersebut disebut pula dengan metode penelitian.

Metode yang dipakai dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental (percobaan) yang dilaksanakan di laboratorium. Metode ini ditujukan untuk mendapatkan hasil berupa beberapa data yang dapat menegaskan hubungan variabel yang diteliti.

3.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di PT. DASUKI JAYA BETON untuk melakukan beberapa pengujian, seperti pengujian mutu bahan, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian *slump* dan pengujian kemampuan tekan beton.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian laboratorium yang dilakukan yaitu:

- Pemeriksaan terhadap karakteristik material yang digunakan sebagai pencampur beton, dalam hal ini yaitu agregat.
- Pemeriksaan terhadap sifat beton pada kondisi padat atau keras yaitu pengujian kuat tekan beton silinder yang berdimensi, diameter 150 mm dan tinggi yaitu 300 mm pada umur perawatan 7 hari dan 28 hari.

Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk menunjang kebutuhan penelitian.

Adapun metode pengumpulan data yang dipakai yaitu:

1. Studi *literature* yang bertujuan untuk mendapatkan referensi terkait dengan penelitian ini dan didapatkan baik itu dari laporan, jurnal maupun buku yang dapat menunjang penelitian.
2. Eksperimen terhadap berbagai kondisi perlakuan pada beberapa benda uji yang diuji di laboratorium. Adapun pengujian bahan, hasilnya didapatkan dari hasil penelitian bahan yang dilakukan di Laboratorium PT. DASUKI JAYA BETON,

data-data yang diperoleh adalah :

- Data analisa saringan
- Data keausan agregat kasar
- Data kadar zat organik agregat halus
- Data kadar lumpur agregat halus
- Data berat isi
- Data berat jenis
- Data penyerapan air
- Data kadar air

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat-alat yang dipakai pada pelaksanaan penelitian ini mengacu pada SNI 2493:2011 tentang tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium yaitu diantaranya:

- 1) Timbangan yang memiliki ketelitian 0.1 gram dan digunakan untuk menimbang berat sampel dan berat material, dengan ketelitian 0,3% pada setiap titik dalam rentang penggunaannya.



Gambar 3.1 Timbangan

- 2) Oven dengan temperatur $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ digunakan untuk mengeringkan agregat agar kandungan air yang ada pada agregat menghilang dan mendapatkan berat keringnya.



Gambar 3.2 Oven

- 3) Cetakan beton dengan bentuk silinder berdimensi tinggi 300 mm dan diameter 150 mm.



Gambar 3.3 Cetakan beton

- 4) Kerucut Abrahams dan satu set alat pengukur slump.



Gambar 3.4 Alat pengukur uji slump

- 5) Mesin penggetar ayakan.



Gambar 3.5 Mesin penggetar ayakan

- 6) Mesin Uji tekan, kapasitas 2000 KN.



Gambar 3.6 Mesin Uji Tekan

- 7) Satu set saringan atau ayakan untuk menentukan diameter agregat yang sesuai dengan persyaratan agregat Dalam campuran beton.



Gambar 3.7 Satu set saringan

- 8) Baja berukuran diameter 16 mm dan panjangnya 610 mm yang digunakan sebagai tongkat penusuk.
- 9) Palu karet yang memiliki berat $0.6 \text{ kg} \pm 0.2 \text{ kg}$.
- 10) Bejana.
- 11) Gelas ukur dengan kapasitas 1000 cc untuk pengujian kadar lumpur pada agregat halus atau digunakan sebagai pengukur bahan tambah tipe F *super plasticizer*.



Gambar 3.8 Gelas Ukur

- 12) Bak rendam.



Gambar 3.9 Bak rendam

- 13) Ember.



Gambar 3.10 Ember

- 14) Sekop atau sendok beton.



Gambar 3.11 Sendok beton

- 15) Penggaris atau meteran.
16) Wadah pencampur yang kedap air dan terbuat dari logam berat yang memiliki kedalaman cukup.



Gambar 3.12 Wadah pencampur

17) *Ready Mix* mini.



Gambar 3.13 Ready Mix Mini

3.4.2 Bahan

Material yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu antara lain:

a. Air

Air yang digunakan adalah air bersih berupa air tanah yang bersumber dari laboratorium PT. DASUKI JAYA BETON .



Gambar 3.14 Air

b. Semen

Jenis semen yang dipakai yaitu semen portland tipe 1 dengan merk Dynamix.



Gambar 3.15 Semen Dynamix

c. Agregat

Penggunaan agregat pada penelitian ini berasal dari galunggung yang berupa pasir dan batu pecah.



Gambar 3.16 Agregat Halus (Pasir)



Gambar 3.17 Agregat Kasar (Batu Pecah)

d. *Fly ash*

Bahan campuran substitusi semen yang dipakai dalam penelitian ini merupakan jenis abu terbang tipe F yang asalnya dari PLTU PT. IPMOMI Paiton.



Gambar 3.18 *Fly ash*

e. *Super Plasticizer*

Bahan tambah *admixture* yang dipakai dalam penelitian ini adalah Tipe F (*Super Plasticizer*) jenis *concrete additive* dengan merk Sika.



Gambar 3.19 *Super Plasticizer*

3.5 Benda Uji (Sampel)

Pada penelitian ini, bentuk sampel yaitu silinder dengan diameter 150 mm dan tingginya yaitu 300 mm. Jenis pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan dengan umur perawatan 7, 14, dan 28 hari. Variasi kadar abu terbang (*fly ash*) yaitu 0%, 10%, 20% dan 30%. Masing-masing variasi tersebut kemudian dibuat berjumlah 3 sampel.

3.6 Tahapan dan Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dengan berbagai tahapan yang diawali dengan melakukan studi literatur, mempersiapkan alat dan memilah bahan penyusun beton yang akan dipakai, melakukan pengujian terhadap material (agregat), membuat sampel, merawat sampel, melakukan pengujian kuat tekan beton, melakukan perhitungan koefisien permeabilitas, menganalisis hasil data yang diperoleh pada saat pengujian dan perhitungan, serta menarik kesimpulan dari data tersebut.

Agar dapat dipertanggungjawabkan dan hasilnya optimal, maka penelitian ilmiah ini harus dilakukan dengan tahapan dan prosedur yang teratur dan jelas. Maka dari itu, penulis membagi penelitian ini ke dalam beberapa tahapan diantaranya:

1. Tahap I

Disebut tahapan studi literatur. Pada tahapan ini, penulis mempelajari beberapa literatur yang berupa dari penelitian sebelumnya juga dari beberapa buku dan jurnal yang berkaitan.

2. Tahap II

Disebut tahap persiapan alat dan bahan. Pada tahapan ini dipersiapkan peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk penelitian agar bisa berjalan dengan lancar.

3. Tahap III

Disebut tahapan pengujian mutu bahan. Pada tahapan ini dilaksanakan beberapa percobaan untuk menentukan karakteristik dan kelayakan dari material yang akan dipakai.

4. Tahap IV

Disebut tahap desain mix. Pada tahapan ini penulis melakukan perhitungan dan penetapan rancang campur adukan beton untuk setiap bahan yang akan digunakan.

5. Tahap V

Disebut sebagai tahap pembuatan benda uji. Rangkaian pada tahapan ini yaitu pembuatan adukan beton yang dilanjutkan dengan pemeriksaan nilai slump. Setelah nilai slump terpenuhi dan sesuai dengan perencanaan, maka pembuatan benda uji dapat dilaksanakan.

6. Tahap VI

Disebut tahap perawatan (*curing*). Pada tahap ini dilakukan perawatan terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap III. Perawatan dilakukan dengan merendam benda uji setelah dilepas dari cetakannya.

7. Tahap VII

Disebut tahap pengujian benda uji. Pada tahapan ini dilaksanakan pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari.

8. Tahap VIII

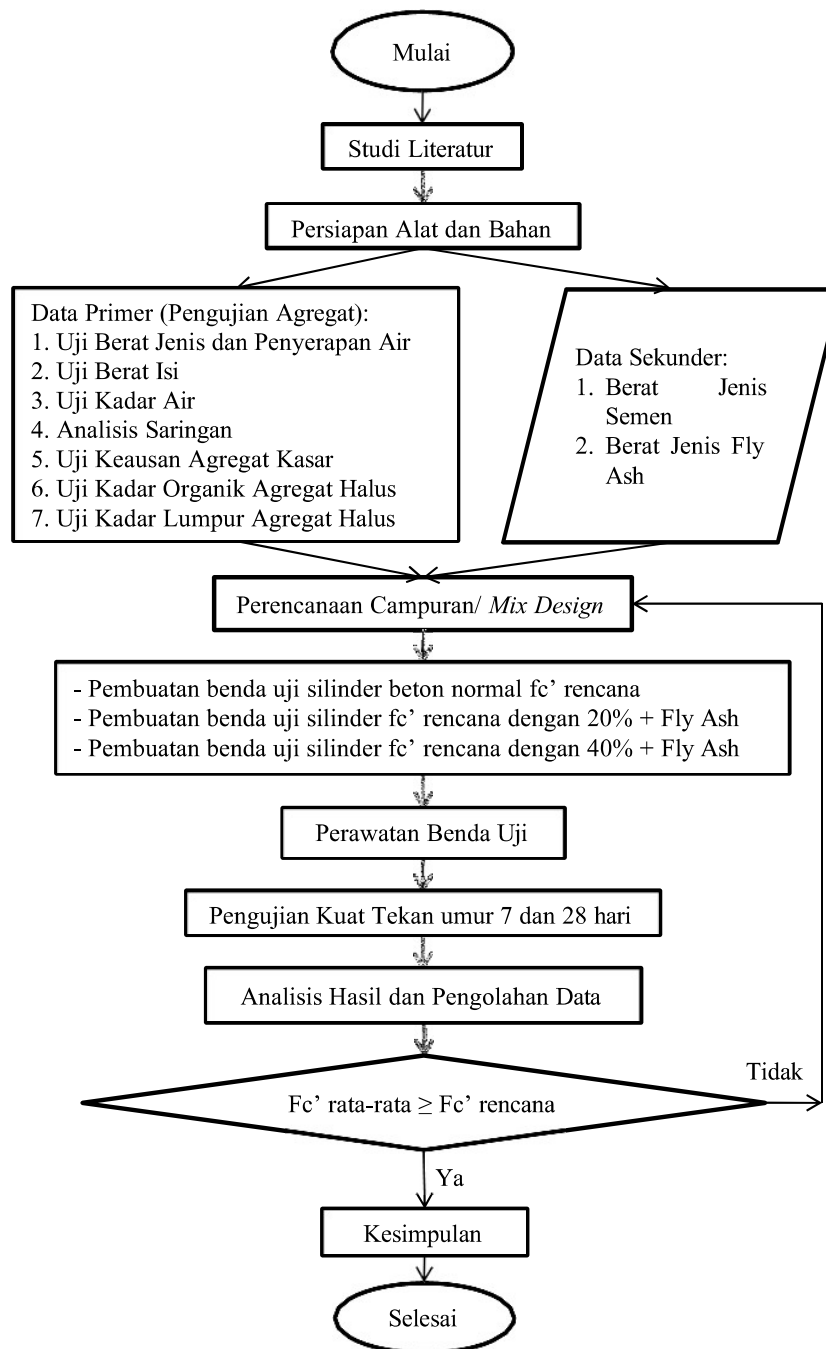
Disebut tahap analisis hasil dan pengolahan data. Pada tahap ini, data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian.

9. Tahap IX

Disebut tahap pengambilan kesimpulan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Secara skematis, prosedur penelitian yang dilakukan dibentuk dalam sebuah diagram alir seperti pada gambar 3.20 berikut.



Gambar 3.20 Diagram Alir Penelitian

3.8 Pengujian Mutu Bahan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari setiap bahan.

Pelaksanaan pengujian yaitu pada agregat yang berasal dari Galunggung, diantaranya dilakukan pengujian sebagai berikut:

3.8.1 Analisis Saringan

Penentuan presentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan disebut sebagai pengujian analisis saringan yang kemudian angka presentasinya digambarkan dalam sebuah grafik pembagian butir. Adapun grafik ini bisa juga datanya dituangkan dalam sebuah tabel. Isi dari tabel atau grafik ini yaitu data yang diperoleh berdasarkan dari distribusi besaran atau jumlah presentase butiran agregat baik itu agregat halus atau pun agregat kasar sesuai dengan tujuan dari pengujian ini.

3.8.2 *Specific Gravity* Agregat Halus

Berat jenis (*Specific Gravity*) merupakan suatu variabel dalam campuran beton yang sangat penting untuk melakukan perancangannya. Variabel ini akan menentukan keperluannya berdasarkan besaran volume dari suatu agregat. Penggunaan dimensi nominal agregat maksimum yang dipakai dalam penelitian ini yaitu 25 mm.

Adapun tujuan dari percobaan ini yaitu untuk mengetahui beberapa nilai berikut:

- 1) Perbandingan berat agregat kering dengan volume agregat (*Apparent Specific Gravity*).
- 2) Perbandingan berat agregat kering dengan volume agregat total (*Bulk Specific Gravity*).
- 3) Perbandingan berat agregat jenuh kondisi kering permukaan dengan volume agregat total (*Bulk Specific Gravity SSD*).
- 4) Nilai resapan (Absorpsi) yang dihasilkan dari perbandingan berat air yang diserap dengan berat agregat kering.

3.8.3 Kadar Zat Organik Agregat Halus

Agregat halus yang umum digunakan yaitu berasal dari sungai yang sangat dimungkinkan tercampur dengan lumpur atau pun zat organik. Sedangkan pasir yang digunakan sebagai agregat halus tidak boleh mengandung terlalu banyak zat organik. Hal ini dapat dikontrol dengan melakukan percobaan warna Abram Harder dengan

menggunakan larutan NaOH 3% sesuai standar ASTM C-40. Hasil pengujian ini kemudian dibandingkan dengan tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Perbandingan warna terhadap presentase kandungan zat organik

No	Warna	Prosentase Kandungan Zat Organik (%)
1	Jernih	0
2	Kuning muda	0 - 10
3	Kuning tua	10 - 20
4	Kuning kemerahan	20 - 30
5	Coklat kemerahan	30 - 50
6	Coklat tua	50 - 100

Sumber : Prof. Ir. Rooseno (1954)

3.8.4 Kadar Lumpur Agregat Halus

Salah satu syarat agar beton yang dihasilkan menjadi baik yaitu bersih dari kandungan lumpur. Lumpur merupakan agregat yang lolos ayakan 0,036 mm. Pasir yang memiliki kandungan lumpur tidak kurang dari 5% dari berat keringnya harus dilakukan pencucian terlebih dahulu agar beton yang dihasilkan memiliki kekuatan yang bagus.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \cdot 100\%$$

Keterangan,

G1: berat kering awal

G2: berat kering akhir

3.8.5 Keausan Agregat Kasar

Tingkat suatu sifat agregat seperti keuletan, kekerasan dan ketahanan terhadap aus disebut dengan abrasi agregat. Penggunaan agregat sebagai campuran dalam beton harus tahan terhadap keausan akibat gaya gesekan dan disyaratkan kehilangan bagian akibat gesekan harus kurang dari 50% dari berat awalnya. Untuk mengetahui besaran daya tahan

agregat ini bisa dilakukan sebuah pengujian dengan menggunakan mesin Los Angeles. Mesin ini dilengkapi dengan pengaus ukuran kecil dan besar, masing-masing 6 buah terbuat dari bola baja.

3.8.6 Kadar Air

Kadar air dalam agregat dinyatakan dalam persen dan dihitung dengan membandingkan berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh angka presentase kadar air yang dikandung oleh agregat. Selanjutnya, variabel yang didapat akan menentukan dalam pengoreksian jumlah material yang dibutuhkan.

3.9 Perencanaan Campuran Beton

Hal yang harus diperhatikan pada pelaksanaan perencanaan campuran beton, yaitu perlu mengetahui nilai kuat tekan yang disyaratkan dalam penelitian ini yaitu $f_c' = 20$ MPa atau $= 203,9 \text{ kg/cm}^2$. Pengujian tekan dilaksanakan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Untuk memperoleh kekuatan beton yang seragam dan sesuai dengan perencanaan, diperlukan adanya perancangan campuran adukan beton agar diketahui proporsi yang tepat untuk melaksanakan pengecoran. Komposisi bahan campuran beton pada penelitian ini sudah sesuai standar agar diharapkan mendapat hasil yang sesuai target rencana. Oleh karena itu, pada penelitian ini bepedoman pada tata cara perencanaan campuran beton SNI 7656:2012].

Besarnya presentase pergantian semen dengan abu terbang yaitu 0%, 10%, 20% dan 30% dengan masing-masing jumlah sampel terdiri dari 9 buah. Setiap kelompok benda uji pada tiap variasi dihitung sesuai dengan kebutuhannya masing-masing. Rencana campuran beton dapat diamati pada lampiran.

3.10 Pembuatan Benda Uji

Pada saat pembuatan benda uji ini semua mengacu pada SNI 7656 - 2012. Mulai dari alat dan bahan yang digunakan sampai prosedur pembuatan benda uji.

Berikut adalah prosedur pembuatan benda uji:

3. Menyiapkan peralatan dan material (semen, agregat halus, agregat kasar, air, fly

ash, super plasticizer) yang akan digunakan.

4. Menyiapkan cetakan beton dengan cara mengolesi cetakan menggunakan oli dan merangkainya.
5. Menimbang material sesuai dengan perencanaan campuran beton.
6. Membuat adukan beton dengan menggunakan ready mix mini.
7. Memeriksa nilai slump pada adukan tersebut.
8. Melakukan pengecoran dengan menuang campuran ke dalam cetakan yang telah disediakan.
9. Melakukan pemadatan dan memeriksa cetakan terisi penuh dan rata.
10. Melepas benda uji setelah permukaannya mengeras, biasanya dalam waktu 24 jam setelah pengecoran.
11. Menamai sampel.
12. Merendam benda uji sampai waktu pengujian sebagai upaya perawatannya.



Gambar 3.21 Pembuatan benda uji

3.11 Perawatan Benda Uji

Setelah semua benda uji dibuat, maka tahap selanjutnya yaitu perawatan benda uji. Perawatan ini sangatlah penting dilakukan agar sampel beton tetap baik pada saat pengujian akan dilakukan. Metode yang digunakan mengacu pada SNI 2493:2011 yaitu sampel harus dirawat dalam kondisi basah dengan suhu $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ dimulai saat beton dicetak sampai dilakukannya pengujian mulai dari waktu pencetakan sampai pada saat pengujian. Perawatan ini artinya benda yang akan dilakukan pengujian harus mempunyai air bebas yang dijaga pada seluruh permukaan dengan rentang waktu yang telah ditentukan. Perawatan basah pada penelitian ini dilakukan selama 7, 14 dan sampai 28 hari.



Gambar 3.22 Perawatan basah benda uji

3.12 Pengujian Benda Uji

Pengujian-pengujian yang dilakukan semua sesuai prosedur, diantaranya sebagai berikut :

1) *Slump Test* (Uji Slump)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan campuran beton dan juga mengetahui bagaimana *workability* pada campuran beton tersebut yang dinyatakan dalam nilai slump

Slump beton yaitu besarnya plastisitas atau kekentalan (*viscosity*) dan kohesif beton segar. Berikut adalah tata cara pengujian nilai slump yaitu:

1. Membasahi pelat dan kerucut abraham dengan yang sudah dibasahi sebelumnya.
2. Meletakkan kerucut abraham di atas pelat dengan kokoh agar adukan beton tidak keluar dari cetakan.
3. Mengisi kerucut abraham sampai penuh dalam 3 lapisan dan tiap lapisan ditusuk sebanyak 25 kali.
4. Meratakan permukaan kerucut abraham dengan tongkat penusuk.
5. Mengangkat kerucut abraham secara perlahan posisi tegak lurus ke atas.
6. Mengukur nilai slump yang terjadi.



Gambar 3.23 Uji Slump

2) Uji Tekan

Pengujian ini merupakan prosedur paling utama, yaitu untuk mengetahui berapa besar beton dapat menerima beban aksial atau tekan.

Pengujian ini mengacu pada SNI 1974:2011 yaitu seperti berikut:

a. Perhitungan pengujian uji tekan

$$F_c' \text{ (Mpa)} = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P = Gaya tekan aksial menggunakan alat uji tekan (N)

A = Luas penampang melintang sampel (mm²)

b. Perhitungan kuat tekan rata-rata

$$F'_{cr} = \frac{\sum_{n=1}^n f'_c}{n}$$

Keterangan :

n = Jumlah benda uji (buah)



Gambar 3.24 Uji tekan

3) Uji Berat Jenis

Pengujian berat jenis ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis beton yang telah dibuat

a. Perhitungan Berat isi :

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Dengan,

D = Berat isi beton (kg/m^3)

M_c = Berat cetakan yang diisi beton (kg)

M_m = Berat cetakan (kg)

V_m = Volume cetakan (m^3)

b. Perhitungan Volume produksi campuran

$$Y = \frac{M}{D}$$

Dengan,

D = Berat isi beton (kg/m^3).

M = Berat total material dalam campuran (Kg).

Y = Volume produksi campuran (m^3).

4) Pengujian Permeabilitas

Neville & Brooks (1987) menyebutkan bahwa untuk mengukur pengujian permeabilitas beton bisa dilaksanakan dengan melakukan percobaan yang di *sealed* dari air yang memiliki tekanan pada sisi atasnya saja dan di dalamnya terdapat aspek jumlah air yang melewati beton dengan ketebalan dan waktu tertentu. Hal ini seperti diatur pada SK SNI S-36-1990-03 ayat 2.2.1.2.

Pengujian permeabilitas beton dilaksanakan dengan cara berikut:

- i. Mengevaluasi kedalaman/ketebalan penetrasi air
 - a. Memasukkan sampel ke dalam oven sampai berat tetap.
 - b. Memasukkan air dengan tekanan tertentu lewat selang di atas permukaan benda uji. Selang dimasukkan ke dalam alat pengujian dengan lubang sebesar pipa selang itu sendiri. Selanjutnya mengikat pipa air yang betekan (pipa di sealed) menggunakan klem pada atas permukaan beton.
 - c. Memberi tekanan sebesar 1 kg/cm^2 pada sampel menggunakan air selama 48 jam. Selanjutnya memberi tekanan sebesar 3 kg/cm^2 selama 24 jam. Lalu memberi tekanan lagi sebesar 7 kg/cm^2 selama 24 jam. Kemudian, mengukur permeabilitas dari permukaan pipa selang sampai ke dalam beton sesuai dengan kedalaman penetrasinya.
- ii. Mengevaluasi koefisien permeabilitas dengan cara seperti berikut:

Sesudah memberi tekanan terakhir (7 kg/cm^2 selama 24 jam), kemudian

memberi selang yang diisi air di atas sampel. Kegunaan dari selang tersebut yaitu untuk mengetahui penurunan air yang terjadi selama 60 menit. Selanjutnya, membelah sampel dan mengevaluasi dalamnya penetrasi air, diameter air yang tersebar dan nilai koefisiennya dievaluasi dengan hukum Darcy, seperti berikut ini:



Gambar 3.25 Uji permeabilitas

5) Perhitungan Koefisien Permeabilitas

Selain dengan melakukan pengujian di laboratorium, untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas juga bisa diketahui dengan menggunakan formula yang didasarkan pada pengujian yang sudah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret oleh Eko Hindaryanto Nugroho. Berdasarkan analisis regresi, penambahan kadar abu terbang pada campuran terhadap koefisien permeabilitas beton dirumuskan sebagai berikut:

$$k = 5,321.10^{-11}(FA)^2 - 1,798.10^{-9}(FA) + 2,633.10^{-8}$$

Keterangan,

k = Koefisien Permeabilitas (m/det)

FA = Presentase Substitusi Abu Terbang