

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 BAHAN PENELITIAN

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Air

Air yang digunakan diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia. Pemeriksaan air dilaksanakan secara visual, tampak jernih dan tidak berbau.

2. Semen

Sebagai bahan pengikat digunakan semen Portland tipe 1 merk Nusantara kemasan 50 kg netto. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap kemasan kantong, tertutup rapat, butirannya halus, serta tidak terjadi penggumpalan.

3. Agregat

Agregat yang digunakan adalah

1. Agregat kasar : batu pecah diameter maksimum 20 mm. Berasal dari daerah Clereng Kulon Progo
2. Agregat halus : pasir yang berasal dari daerah Merapi

4. Limbah Gelas

Diperoleh dari pecahan piring, gelas dan mangkuk yang berwarna bening, kemudian dihancurkan dan digiling menjadi serbuk yang halus serta lolos saringan nomor 200 ASTM (*American Society for Testing Materials*).

4.2 PERALATAN PENELITIAN

Peralatan yang digunakan adalah :

1. Ayakan uji

Ayakan uji digunakan untuk menganalisa gradasi butir pasir halus dan kasar. Ayakan uji terdiri dari serangkaian saringan uji dengan ukuran maksimum 20 mm, kemudian berturut-turut 19,1 mm; 10 mm; 4,8 mm; 2,2 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm.

2. Mesin *Siever*

Mesin *Siever* digunakan untuk menggerakkan susunan ayakan yang bekerja secara mekanik dengan lama pengayakan bisa diatur.

3. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengukur berat bahan penyusun beton (semen, agregat dan air), serat, dan benda uji.

4. Mesin uji beban merk *Control*

Mesin uji beban digunakan merk *control* untuk menguji benda uji terhadap beban desak dan tarik. Kapasitas mesin uji sebesar 2000 KN dengan ketelitian 5 KN.

5. Dial indicator

Dial indicator digunakan untuk mengukur dan mengamati perpindahan benda uji akibat beban yang diberikan pada pengujian desak.

6. Cetakan benda uji

Cetakan benda uji berupa cetakan silinder beton dengan ukuran tinggi 20 cm dan diameter 10 cm yang dapat dibelah menjadi dua bagian.

7. Kerucut konik

Kerucut konik digunakan untuk memeriksa keadaan jenuh kering muka pada pasir. Kerucut ini terbuka pada kedua ujungnya dengan diameter atas 3,8 cm dan diameter bawah 8,9 cm serta tinggi 7,6 cm. Pasir yang diperiksa dimasukkan ke dalam kerucut sambil ditumbuk dengan tongkat baja yang beratnya 336 gram.

8. Kaliper dan Mister

Kaliper digunakan untuk mengukur dimensi benda uji, sedangkan mistar digunakan untuk mengukur nilai slump suatu adukan.

9. Piknometer

Piknometer digunakan untuk mengukur berat jenis limbah gelas dan berat jenis pasir. Piknometer ini berkapasitas 1000 cc.

10. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume air yang digunakan untuk membuat adukan beton. Kapasitas gelas ukur yang digunakan adalah gelas ukur dengan kapasitas 1000 cc.

11. Cetok

Cetok digunakan untuk memindahkan adukan beton ke silinder beton dan menghaluskan permukaan benda uji yang baru dicetak.

12. Oven (pengering)

Oven digunakan dalam pengujian berat jenis pasir, dan pengujian bahan yang lain yang memerlukan keadaan kering tungku.

13. Molen (mesin pengaduk beton)

Molen digunakan untuk mencampur bahan-bahan penyusun beton sebelum dicetak dalam silinder beton.

14. Mesin uji Los Angeles

Mesin Los Angeles digunakan untuk menguji kekerasan agregat kasar, apakah kekerasannya telah memenuhi aturan yang disyaratkan.

15. Kerucut Abrams

Kerucut Abrams digunakan untuk menguji nilai slump suatu adukan. Alat ini dilengkapi dengan batang baja panjang 60 cm untuk penusukan. Dimensi kerucut ini adalah diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tingginya 30 cm.

4.3 PELAKSANAAN PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pemeriksaan bahan susun beton, pembuatan benda uji hingga pengujian kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton. Secara garis besar penelitian ini meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

1. Tahap persiapan bahan

a. Pemeriksaan berat jenis

1. Agregat halus/pasir

Piknometer berisi air penuh ditimbang dan dicatat beratnya sebagai W_1 , pasir dalam keadaan SSD (*saturated surface dry*) sebesar 500 gram (W_2) dimasukkan kedalam piknometer, kemudian piknometer diisi air sampai penuh. Piknometer dikocok-kocok agar gelembung udara yang terperangkap dalam pasir dapat keluar sehingga pori terisi oleh air. Setelah itu piknometer diisi air sampai penuh dan kemudian ditimbang (W_3). Piknometer tersebut kemudian direndam dalam air supaya pasirnya mengendap. Setelah proses pengendapan selesai, pasir dikeluarkan seluruhnya dan dikeringkan di oven tanpa ada yang tercecer. Pasir kering mutlak ditimbang beratnya sebagai W_4 .

$$B_j = \frac{W_2}{(W_1 + W_2) - W_3} \quad \dots(4.1)$$

Keterangan :

W_1 = berat piknometer berisi air

W_2 = berat pasir dalam keadaan SSD

W_3 = berat piknometer berisi air dan pasir

2. Agregat kasar/batu pecah

Contoh batu pecah dalam keadaan SSD ditimbang sebesar W_1 , kemudian ditimbang didalam air dan dicatat besarnya sebagai

W₂. Kerikil kemudian dimasukkan kedalam oven dan setelah kondisi kering mutlak ditimbang beratnya sebagai W₃.

$$B_j = \frac{W_1}{(W_1 - W_2)} \quad \dots(4.2)$$

W₁ = berat kerikil dalam keadaan SSD

W₂ = berat kerikil dalam air

3. Filler limbah gelas

Piknometer berisi air penuh ditimbang dan dicatat beratnya sebagai (W₁). tepung gelas seberat 300 gr (W₂) dimasukkan kedalam piknometer kemudian piknometer diisi air hampir penuh. Piknometer dikocok-kocok agar gelembung udara yang terperangkap dapat keluar sehingga pori terisi oleh air. Setelah itu piknometer diisi air dan kemudian ditimbang (W₃).

$$B_j = \frac{W_2}{(W_1 + W_2) - W_3} \quad \dots(4.3)$$

Keterangan :

W₁ = berat piknometer berisi air

W₂ = berat gelas

W₃ = berat piknometer berisi air dan gelas

b. Pemeriksaan Gradasi

1. Agregat halus/ pasir

Pasir ditimbang beratnya dalam keadaan kering mutlak sebanyak 500 gram, kemudian diayak dengan susunan ayakan berturut-turut : 4,76 mm; 2,38 mm; 0,59 mm; 0,279 mm; 0,149

mm; dan 0,074 mm. Setelah diayak, pasir yang tertinggal ditimbang dan dicatat beratnya. Berdasarkan catatan tersebut dapat dihitung persentase jumlah kumulatif butir yang tertinggal dan yang lewat masing-masing ayakan, sehingga grafik distribusi dapat digambarkan.

2. Agregat kasar/ batu pecah

Batu pecah diayak menggunakan saringan 38,1 mm; 25,4 mm; 19,1 mm; 12,7 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 0,59 mm; 0,279 mm; 0,149 mm; dan 0,074 mm. Setelah dilakukan pengayakan dengan alat getar batu pecah dikelompokkan sesuai dengan ukuran butirnya 5 mm – 10 mm dan 10 mm – 20 mm.

- c. Pemeriksaan semen secara visual
 - a. Pemeriksaan semen
 - b. Butiran semen, keadaannya halus dan tidak menggumpal
- d. Pemeriksaan air secara visual untuk memeriksa bau, warna dan rasa
- e. Pemeriksaan limbah gelas secara visual, supaya dipastikan butirannya halus dan seragam dengan lolos saringan no.200
- f. Tahap perhitungan limbah gelas

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

2. Tahap Pembuatan Benda Uji

Sebelum dilakukan pengecoran pada pembuatan benda uji, perlu dipersiapkan bahan susun pasir, kerikil, dan semennya. Juga cetakan untuk

pembuatan benda uji disiapkan. Cetakan ini terbuat dari besi berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm, dan ukuran 40x10x10 cm untuk cetakan balok. Benda uji berbentuk silinder digunakan untuk pengujian tarik, desak dan modulus elastisitas. Sedangkan benda uji balok digunakan untuk pengujian lentur.

Perencanaan adukan dilakukan dengan berdasarkan pada pedoman yang ada didalam *Design of Normal Mixer*, di Indonesia dimuat dalam buku standar No. SK-SNI. T-15-1990-03, Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.

Tabel 4.1 Komposisi Bahan Satu Kali Adukan (18 silinder)

Variasi	Kebutuhan Bahan Adukan Beton Vasiasi				
	Semen(Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil(Kg)	Air (ltr)	Gelas (Kg)
Normal	20.771	27.341	34.759	9.537	-
15%	17.655	27.341	34.759	9.537	3.116
17.5%	17.136	27.341	34.759	9.537	3.635
20%	16.617	27.341	34.759	9.537	4.154
22.5%	16.097	27.341	34.759	9.537	4.673
25%	15.578	27.341	34.759	9.537	5.193

Tabel 4.2 Komposisi Bahan Satu Kali Adukan (3 balok)

Variasi	Kebutuhan Bahan Adukan Beton Vasiasi				
	Semen(Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil(Kg)	Air (ltr)	Gelas (Kg)
Normal	8.82	11.61	14.76	4.05	-
15%	7.497	11.61	14.76	4.05	1.323
17.5%	7.276	11.61	14.76	4.05	1.544
20%	7.056	11.61	14.76	4.05	1.764
22.5%	6.835	11.61	14.76	4.05	1.985
25%	6.615	11.61	14.76	4.05	2.205

Rancangan adukan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Proses pembuatan adukan beton dengan bahan tambah limbah gelas adalah sebagai berikut :

- a. Setelah mixer dibersihkan dimasukkan kerikil dan pasir kedalam mixer, biarkan mixer berputar selama maksimal 2 menit, sehingga campuran kerikil dan pasir merata.
- b. Tambahkan semen Portland sebanyak kedalam mixer sedikit demi sedikit dan tambahkan air sedikit saja, dan biarkan mixer berputar selama 3 menit, sehingga campuran beton homogen dan kering.
- c. Setelah campuran homogen tambahkan limbah gelas kedalam adukan sedikit demi sedikit, penyebarannya dilakukan dengan tangan, biarkan mixer mengaduk selama 2 menit.
- d. Masukkan air lagi sedikit demi sedikit hingga seluruh kebutuhan air masuk kedalam mixer dan proses ini berlangsung selama 2 menit dengan kecepatan konstan.
- e. Dilakukan pengujian slump
- f. Pemasukan dilakukan secara manual. Dengan cara adukan beton diisi kedalam cetakan silinder dengan tiga tahapan pemasukan, tiap 1/3 tinggi cetakan ditusuk 25 kali, tusukan memasuki sedikit lapisan sebelumnya, kemudian muka atasnya diratakan.
- g. Benda uji silinder beton dibuat masing-masing 18 buah setiap variasi dan benda uji balok beton dibuat masing-masing 3 buah setiap variasi.
- h. Selesai pembuatan sample benda uji disimpan, mengikuti standar perawatan beton yang ada.
- i. Pada umur beton 28 hari dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik, modulus elastisitas dan lentur.

3. Tahap Perawatan benda uji

Untuk menjaga penurunan kekuatan yang terjadi pada benda uji dilakukan perawatan sebagai berikut :

- a. Menjaga benda uji dari penguapan, sebagai antisipasi agar tidak terhentinya proses hidrasi supaya berlangsung sempurna
- b. Benda uji disimpan ditempat datar (rata) dan tidak bergetar, serta terhindar dari berhubungan langsung dengan air
- c. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan, kemudian dituliskan kode. Kemudian benda uji direndam dalam air selama waktu yang telah ditentukan untuk pengujian
- d. Membersihkan kotoran yang terdapat pada benda uji sebelum pengujian dilakukan

4. Tahap pengujian

a. Uji Kuat Tekan

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengujian kuat tekan beton adalah

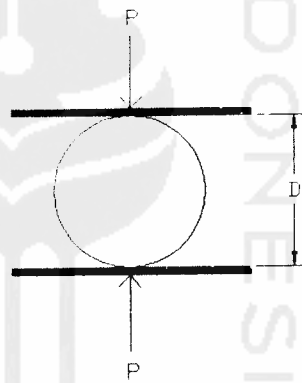
1. Setelah silinder beton, direndam dalam air selama 28 hari, tinggi dan diameternya diukur, setelah itu ditimbang beratnya, kemudian diletakkan pada alas pembebanan uji kuat tekan beton
2. Mesin uji dihidupkan, pembebanan diberikan dari 0 KN hingga benda uji hancur dan besarnya beban maksimal dicatat sesuai pembacaan

3. Setelah didapat data, kemudian diperoleh nilai kuat tekan beton dengan rumus :

$$f_c = \frac{P}{A} \quad \dots(4.4)$$

b. Uji Kuat Tarik

Kuat tarik beton ditentukan melalui pengujian *split cylinder* (pecah belah silinder) yang benda uji silinder 10 x 20 cm, diletakkan pada arah memanjang diatas alat penguji, kemudian ditekan. Apabila kuat tarik melampaui benda uji terbelah menjadi 2 bagian.



Nilai uji kuat tarik diperoleh dengan rumus :

$$f_t = \frac{2P}{\pi \cdot L \cdot D} \quad \dots(4.5)$$

dimana : P = beban

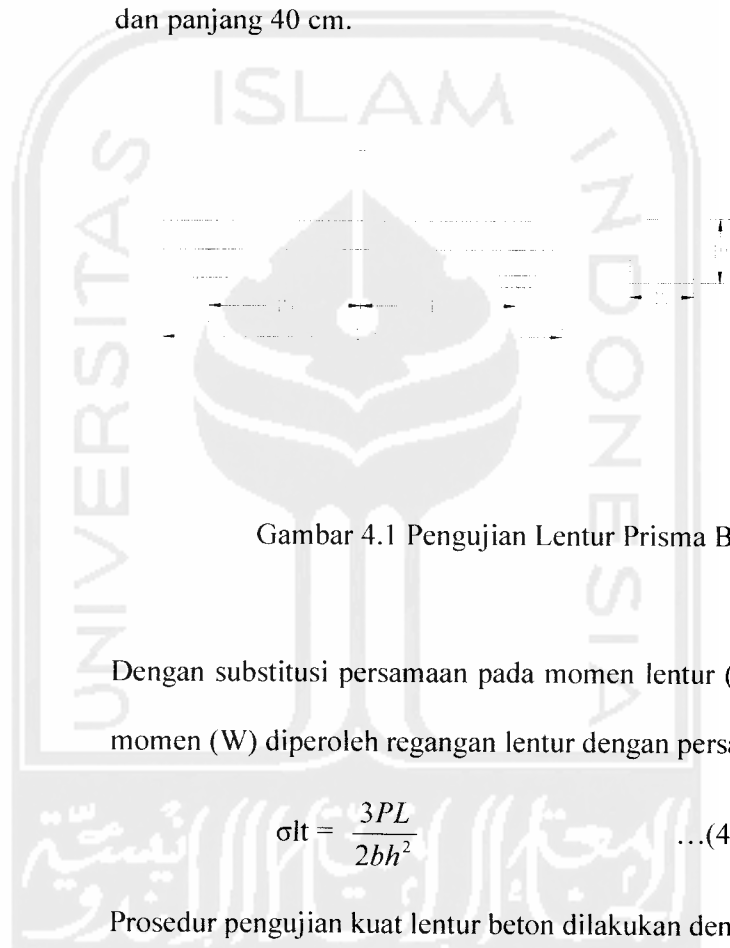
πD = keliling lingkaran

L = panjang

Benda uji yang dibutuhkan dalam pengujian kuat tarik belah ini sebanyak 3 buah, selinder beton untuk setiap variasinya.

c. Uji Kuat Lentur

Benda uji yang dipakai dalam uji lentur pada penelitian ini menggunakan prisma beton dengan luas penampang 10 x 10 cm dan panjang 40 cm.



Gambar 4.1 Pengujian Lentur Prisma Beton

Dengan substitusi persamaan pada momen lentur (M) dan tahanan momen (W) diperoleh regangan lentur dengan persamaan :

$$\sigma_{lt} = \frac{3PL}{2bh^2} \dots(4.6)$$

Prosedur pengujian kuat lentur beton dilakukan dengan cara :

- a. Benda uji balok berukuran 40 x 10 x 10 cm yang telah siap diuji ditimbang beratnya dan diukur panjang lebar serta tingginya dengan menggunakan kaliper dan penggaris

- b. Memberi tanda dengan spidol pada benda uji sebagai titik perletakan tumpuan dan titik pembebanan
 - c. Meletakkan benda uji pada tumpuan sesuai dengan tanda yang telah diberikan
 - d. Pemberian beban pada benda uji secara perlahan-lahan
 - e. Pembebanan skala jarum petunjuk pada mesin uji
- d. Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilakukan melalui tahap-tahap :

1. Benda uji yang telah ditimbang dan dilengkapi dengan alat pencatat penurunan (Δt) diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak beton kemudian didesak sebesar sepertiga beban yang mampu ditahan oleh benda uji ($1/3 P$). Besarnya P didapat dari rata-rata beban maksimum yang mampu ditahan benda uji yang telah didesak dengan mesin uji desak pada pengujian kuat desak untuk masing-masing variasi.
2. Setelah itu mesin uji dinormalkan kembali dan benda uji mulai diberi pembebanan secara berangsur-angsur sambil dicatat penurunannya pada tiap 10 KN, dilakukan sampai beban maksimal dan benda uji rusak.

Modulus elastisitas diperoleh dengan cara membagi tegangan dengan regangan. Tegangan didapat dengan membagi beban pada tiap tahap kenaikan dengan luas daerah benda uji yang didesak,

sedangkan regangan didapat dari perbandingan antara penurunan yang terjadi (Δt) dengan tinggi benda uji (t). Satuan dari masing-masing disesuaikan dahulu. Dari perbandingan tegangan-regangan hasil pengujian tersebut kemudian dibandingkan dengan rumus $E = 4700 \cdot \sqrt{f'c}$. Menurut E. G Nawy (1998), secara matematis mencari modulus elastisitas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$E_c = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \dots(4.7)$$

Dimana :

σ = tegangan pada 0.40 kuat tekan uji

ε = regangan yang dihasilkan pada tegangan

