

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan dan Alat

4.1.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan selama pelaksanaan meliputi :

1. Semen Portland, jenis I diproduksi oleh PT. Semen Gresik dengan berat jenis 3,15.
2. Pasir asal Merapi, dengan sifat :
 - a. modulus halus butir 2,9,
 - b. berat jenis 2,65,
 - c. absorsi 2,85%.
3. Agregat kasar batu pecah asal Kulonprogo, dengan sifat :
 - a. ukuran butir maksimal 20 mm,
 - b. berat jenis 2,7,
 - c. absorsi 1,95%,
 - d. berat satuan 1,7 t/m³.
4. Bahan-tambah meliputi :
 - a. *Silica fume* produksi PT. Sika Pratama dengan berat jenis 2,2,
 - b. *Superplasticizer* merk Sikament-163.

5. Air pencampur dari sumur.

4.1.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk menunjang penelitian di lapangan dan laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Peralatan di lapangan

- a. *mixer*, alat pencampur adukan beton dengan kapasitas 0,25 m³,
- b. cetakan silinder, ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm,
- c. drum air, untuk menyimpan benda uji,
- d. kerucut Abrahams, untuk uji slump,
- e. tongkat penumbuk, untuk memadatkan benda uji,
- f. pengaris, untuk mengukur tinggi nilai slump,
- g. timbangan,
- h. ember,
- i. alat tulis.

2. Peralatan di laboratorium

- a. mesin uji kuat desak merk Controls kapasitas 2000 KN,
- b. timbangan,
- c. kaliper, untuk mengukur dimensi benda uji,
- d. *tranduser*, untuk mengukur regangan beton,
- e. alat-alat tulis yang diperlukan,
- f. *capping*, untuk meratakan beban.

4.2 Pelaksanaan Penelitian

4.2.1 Rancangan Campuran

Metode perancangan campuran yang digunakan mengacu pada metode ACI, dengan modifikasi sehubungan dengan penggunaan bahan-tambah dan sifat khusus beton yang diinginkan. Langkah-langkah perhitungan rancangan campuran (dikutip dari Parka, 2000) :

1. Menentukan target kuat tekan rata-rata ($f_c'r$)

untuk $f_c' = 40$ MPa dan s rencana = 6 MPa, maka target kuat tekan rata-rata :

$$f_c'r = 40 + 1,64 \times 6 = 49,8 \text{ MPa}$$

2. Menentukan kebutuhan air pencampur

Kebutuhan air pencampur untuk slump rencana 120 – 140 mm, maksimum besar butir agregat 20 mm, berdasarkan tabel 3.3 dan tanpa bahan-tambah jumlah air pencampur $\pm 205 - 210 \text{ l/m}^3$. Dengan penggunaan bahan-tambah *superplasticizer* dapat mengurangi air pencampur 25% sesuai dosis penambahannya, maka jumlah air = $210 - (0,25 \times 210) = 157 \text{ l/m}^3$. Penggunaan *silica fume* akan menambah kebutuhan air pencampur $\pm 10 \text{ l/m}^3$ dengan penambahan *silica fume* $\pm 5\%$, sehingga perkiraan jumlah air pencampur $(157 + 10) \text{ l/m}^3 = 167 \text{ l/m}^3$. *Superplasticizer* ditambahkan = $\pm 5 \text{ l/m}^3$.

3. Menentukan faktor air-semen

Mengacu pada gambar 3.4 kurva hubungan antara kuat tekan dan faktor air-semen, maka diperoleh faktor air-semen $\pm 0,37$ untuk $f_c'r = 49,8$ MPa.

4. Menentukan kadar semen dan *silica fume*

Kadar semen + *silica fume* = (jumlah air + *superplasticizer*) : faktor air-semen.

$$\text{Kadar semen + silica fume} = (167 + 5) : 0,37 = 465 \text{ kg/ m}^3$$

Jika digunakan satu kantong 20 kg *silica fume*, maka jumlah semen yang digunakan = $465 - 20 = 445 \text{ kg/ m}^3$.

5. Menentukan proporsi agregat

Berdasarkan tabel 3.4, volume agregat kasar = $0,61 \times 1700 = 1037 \text{ kg/ m}^3$, berat beton segar per meter kubik = 2345 kg.

Agregat batu pecah biasanya dengan ukuran butir 20 – 25 mm, perkiraan berat beton per meter kubik = 2360 kg.

$$\text{Berat agregat halus} = 2360 - 465 - 172 - 1037 = 686 \text{ kg.}$$

6. Menentukan dosis *superplasticizer*

Untuk beton dengan *silica fume*, slump beton sebaiknya ditinggikan 50 – 100 mm dari rencana untuk mengatasi *slump loose*. Dosis *superplasticizer* sekitar 1,0 % sampai 1,2% dari berat semen. Volume *superplasticizer* $\pm 0,012 \times 445 = 5,34 \text{ kg}$ atau 4,6 liter.

7. Proporsi campuran yang sudah dibuat perlu dikoreksi atas kandungan air agregat untuk mendapatkan susunan campuran coba pada kondisi saat melakukan percobaan. Rancangan campuran ini mempertimbangkan jumlah air pencampur, slump yang dihasilkan bila ada penambahan air atau *superplasticizer*. Rancangan campuran yang terkoreksi per meter kubik beton :

Semen = 410 kg,

Pasir = 792 kg,

Kerikil	= 998 kg,
<i>Slica fume</i>	= 20 kg,
<i>Superplasticizer</i>	= 5 liter,
Air	= 168 liter.

Dari rancangan campuran terkoreksi tersebut kemudian dibuat benda uji, untuk diuji kuat tekan di laboratorium. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap benda uji yang menggunakan rancangan campuran terkoreksi menunjukkan bahwa rancangan campuran tersebut memenuhi syarat untuk digunakan di lapangan.

Rancangan campuran dibuat untuk setiap 1m^3 beton. Pencampuran di lapangan dilakukan menggunakan *mixer* dengan kapasitas terbatas, maka rancangan campuran harus dirubah menjadi rancangan campuran untuk satu kali adukan (sekitar $0,125\text{m}^3$), sebagai berikut :

Semen	= 50 kg,
Pasir	= 94 kg,
Kerikil	= 125 kg,
<i>Silica fume</i>	= 2,5 kg,
<i>Superplasticizer</i>	= 0,63 liter,
Air	= 21 liter.

4.2.2 Pelaksanaan penelitian lapangan

1. Pengamatan

Pelaksanaan pengecoran diamati untuk mengetahui kondisi riil yang ada di lapangan, mulai dari *batching*, *mixing*, pengangkutan, pengecoran hingga pematatan.



2. Pengujian slump

- a. Pengujian slump dilakukan bersamaan dengan pengambilan benda uji, atau pada kondisi tertentu yang memerlukan pengontrolan terhadap slump campuran seperti pada saat agregat basah atau ada penambahan air pencampur
- b. Untuk pengujian slump digunakan kerucut Abrams berdiameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi penumbuk dari baja diameter 16 mm dan panjang 60 cm. Pelaksanaan pengujian slump dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - 1) Kerucut diletakkan pada tempat yang rata dan tidak menghisap air, dengan lobang berdiameter besar di sebelah bawah.
 - 2) Kaki-kaki penyokong kerucut diinjak dan pegangan dipegang erat agar kerucut tidak bergerak, kemudian adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut.
 - 3) Pengisian pertama, adukan dimasukkan ke dalam kerucut kurang lebih sampai sepertiga tinggi kerucut, kemudian adukan ditusuk-tusuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali. Hal ini dilakukan terus pada pengisian kedua dan ketiga, namun penusukan lapisan atas tidak boleh sampai menusuk lapisan di bawahnya.
 - 4) Setelah kerucut penuh, permukaan adukan diratakan dan ditunggu sekitar 30 sampai 60 detik.
 - 5) Kerucut ditarik lurus ke atas, penurunan permukaan adukan beton diukur sebagai nilai slump.
 - 6) Setelah pengujian selesai kerucut dicuci dan dibersihkan.

- c. Nilai slump yang diukur kemudian dicatat.

3. Pembuatan benda uji

- a. Dari *mixer* adukan dituang ke dalam bak penampung, lalu adukan diambil sekitar tiga ember untuk membuat satu sampel (dua benda uji).
- b. Permukaan dalam cetakan silinder dibasahi dengan solar sampai merata.
- c. Adukan beton dimasukkan ke dalam cetakan secara bertahap. Pertama adukan dimasukkan kurang lebih sepertiga cetakan, kemudian ditusuk-tusuk dengan besi penumbuk sampai terasa padat. Setelah itu adukan dimasukkan lagi sampai sekitar duapertiga cetakan, kemudian dipadatkan. Terakhir adukan dimasukkan sampai cetakan penuh kemudian dilakukan pemadatan. Pada saat pemadatan penusukan lapisan atas tidak boleh mengenai lapisan di bawahnya.
- d. Setelah penuh, permukaan adukan diratakan dan ditunggu sampai sekitar 1jam.
- e. Permukaan adukan beton dilapisi dan diratakan dengan pasta semen.
- f. Setelah 24 jam cetakan dibuka, benda uji dikeluarkan dan cetakan dibersihkan.

4. Rawatan benda uji

- a. Benda uji beton yang sudah dikeluarkan dari cetakan, kemudian direndam dalam drum air.
- b. Setelah direndam selama 7 hari, benda uji dikeluarkan dari drum air dan disimpan di tempat kering yang terlindung sinar matahari sampai umur 28 hari.

4.2.3 Pelaksanaan pengujian laboratorium

1. Pengujian kuat desak

Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII dengan alat uji merk "control" pada umur kurang lebih 28 hari. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut ini :

- a. Benda uji diukur diameter dan tingginya menggunakan kaliper kaliper dengan ketelitian 0,1 mm, kemudian ditimbang.
- b. Benda uji diberi *capping* pada permukaan yang ditekan untuk meratakan beban. Digunakan *capping* dari baja karena *capping* biasa tidak mampu menahan beban sehingga pecah.
- c. Mesin uji tekan dihidupkan, pembebanan diberikan secara berangsur-angsur sampai benda uji tersebut hancur pada pembebanan maksimal. Kemudian mesin dimatikan dan besar beban dicatat sesuai jarum penunjuk pembebanan.
- d. Tegangan tekan beton dihitung dengan membagi beban dengan luas alas beton.

2. Pengujian tegangan-regangan

Pengujian tegangan-regangan dilaksanakan pada umur benda uji kurang lebih 28 hari. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan, PUSLITBANGKIM, Bandung. Langkah-langkah pengujian tegangan-regangan adalah sebagai berikut ini :

- a. Benda uji diukur diameter dan tingginya menggunakan kaliper dengan ketelitian 0,1 mm, lalu ditimbang.
- b. Belerang dibakar kemudian setelah cair dimasukkan ke dalam cetakan *capping*.

- c. Benda uji secepatnya dipasangkan pada cetakan sebelum belerang mengeras, setelah satu menit cetakan dibuka.
- d. *Tranduser* dihubungkan dengan jarum pada cincin *compresometer* yang dipasang pada benda uji dan disetel dengan ketelitian 0,001 mm.
- e. Mesin uji tekan dihidupkan dan pembebanan diberikan secara berangsur-angsur. Setiap kelipatan pembebanan 5 ton, perpindahan dicetak dari *tranduser*. Ini terus dilakukan sampai beban 65 ton, kemudian perpindahan dicetak setiap kelipatan beban 2,5 ton sampai beban maksimal (benda uji hancur). Beban maksimal dan perpindahan saat hancur dicatat.
- f. Hasil cetakan perpindahan dari *tranduser* disusun dan ditempel pada kertas untuk kemudian difotokopi.

Dari hasil pengujian dapat dibuat grafik tegangan-regangan dan dihitung nilai modulus elastisitas.

