
BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Beton serat

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan sejumlah kecil serat (*fiber*). Inti dari beton serat adalah menulangi beton dengan serat (*fiber*) yang disebarkan secara merata ke dalam adukan beton dengan orientasi yang random, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Dengan tercegahnya retakan-retakan yang terlalu dini, kemampuan bahan untuk mendukung tegangan-tegangan dalam (aksial, lentur dan geser) yang terjadi akan jauh lebih besar (Suhendro, 1990).

Kelebihan beton serat dalam beberapa sifat strukturalnya daripada beton tanpa serat menurut Soroushian & Bayasi (1987) dari penelitian Suhendro adalah :

1. Keliatan (*ductility*)
2. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistace*)
3. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*)
4. Kuat tarik (*tensile strength*) dan kuat lenturnya (*flexure strength*) bertambah besar
5. Ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*)

6. Ketahanan terhadap ausan (*abrasion*)

Namun demikian, karena penanganan beton serat ini agak lain dari beton biasa, maka ada beberapa hal khusus yang harus diperhatikan pada beton serat, yaitu :

1. Masalah *fiber dispersion* atau teknik pencampuran adukan beton agar serat dapat secara merata menyebar dengan orientasi yang random dalam beton. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan memodifikasi teknik pencampuran adukan
2. Masalah *workability* atau tingkat kelecakan adukan beton yang secara umum dikatakan bahwa makin banyak jumlah serat yang dicampurkan ke dalam adukan beton, akan makin menurunkan *workability* beton tersebut. Dan juga semakin besar *aspect ratio* (nilai banding antara panjang serat dan diameter serat) juga akan menurunkan *workability*. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan memodifikasi proporsi adukan

Dalam penelitian ini, penambahan serat baja lokal dengan berbagai variasi geometri diharapkan meningkatkan nilai EI (faktor kekakuan). Meningkatnya nilai EI akan memperbesar momen kelengkungan, peningkatan kelengkungan ini digunakan untuk menentukan kuat lentur balok beton bertulang. Dari berbagai macam geometri tersebut bisa diketahui bentuk mana yang dapat memberikan dampak terbaik terhadap balok beton bertulang sehingga balok tersebut memiliki kuat lentur yang paling besar.

4.1.1 Bahan penyusun beton serat

1. Semen

Semen sudah diketahui dan digunakan paling tidak sejak dua ribu tahun yang lalu. Bangsa Romawi sudah banyak menggunakan bahan ini pada proyek konstruksi mereka bahkan banyak diantaranya masih berdiri. Semen yang mereka gunakan adalah semen alami dan semen pozzolan, dibuat dari campuran batu gamping dan lempung serta dari campuran kapur mati dengan abu vulkanik yang mengandung silika. Dalam penelitian ini digunakan semen Portland jenis I merk Nusantara dengan berat satuan @ 50 kg. Dipilih semen jenis ini karena paling umum digunakan sebagai perekat adukan beton. Penilaian kualitas semen hanya dilakukan dengan pengamatan secara visual terhadap keutuhan kemasan dan kehalusan butirannya.

2. Air

Air yang dipergunakan diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII Yogyakarta. Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pembentukan pasta semen yang berpengaruh pada sifat mudah dikerjakan (*workability*), kekuatan, susut dan keawetan mortarnya. Dalam pemakaian air untuk beton, sebaiknya air memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya dengan konsentrasi lebih dari 2 gram/liter
2. Tidak mengandung garam-garaman yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter
3. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter

4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter

3. Agregat

Agregat adalah butiran yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran beton. Komposisi agregat kurang lebih 70 % dari volume beton, sehingga sifat-sifat dari beton sangat dipengaruhi oleh sifat agregatnya. Agregat dapat diperoleh dari sumber daya alam yang mengalami pengecilan secara alamiah atau pemecahan batuan alam. Agregat yang dipergunakan dalam adukan beton ada 2 macam yaitu :

1. Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar yang digunakan diambil dari daerah Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta yang mempunyai diameter 5 mm sampai 40 mm. Sifat agregat kasar mempunyai pengaruh terhadap kekuatan beton sehingga harus mempunyai bentuk yang baik, bersih, kuat, dan gradasinya baik. Agregat kasar ini dapat diperoleh dari batu pecah, kerikil alami, serta agregat buatan. Dalam penelitian ini, agregat kasar dibagi menjadi 3 gradasi dengan diameter maximum agregat yaitu 20 mm.

2. Agregat halus (pasir)

Agregat halus mempunyai diameter 0,15 mm sampai 5 mm. Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung, serta bahan-bahan lain yang dapat merusak beton. Pasir dapat diambil dari pasir galian tanah dan sungai, sedangkan pasir dari laut tidak boleh digunakan untuk adukan beton. Dalam penelitian ini pasir yang dipergunakan didatangkan dari kali Progo, Yogyakarta.

4. Serat baja

Serat baja yang dipergunakan adalah kawat bendrat yang mempunyai diameter 1 mm dan panjang 60 mm dengan konsentrasi 1 % dari volume adukan. Serat baja ini nantinya dicampurkan secara random ke dalam adukan beton. Serat baja ini mempunyai geometri yang bermacam-macam. Variasi geometri dari serat baja lokal tersebut dapat digambarkan pada Tabel 4.1 .

Tabel 4.1. Variasi bentuk geometri serat baja lokal

No	Variasi bentuk serat baja lokal	Gambar
1	Serat baja lurus (<i>straight-fiber</i>)	
2	Serat baja berkait (<i>hooked-fiber</i>)	
3	Serat baja spiral – 1 (<i>crimped-fiber-1</i>)	
4	Serat baja spiral – 2 (<i>crimped-fiber-2</i>)	
5	Serat baja <i>twin-cone</i>	

5. Tulangan baja

Tulangan baja yang dipakai adalah tulangan polos dengan diameter 6mm untuk sengkang, diameter 8mm untuk tulangan memanjang bagian atas dan

diameter 12mm untuk tulangan memanjang bagian bawah. Tulangan terlebih dahulu diuji untuk diketahui mutunya.

6. Cetakan benda uji (bekisting)

Cetakan benda uji dibuat dengan menggunakan multiplek 9mm, dengan tujuan mendapatkan benda uji dengan ukuran presisi dan permukaan benda uji yang rata.

4.1.2 Alat yang digunakan

1. Ayakan

Untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil digunakan ayakan. Fraksi yang dipakai untuk pasir yaitu lolos saringan 5mm, sedangkan untuk kerikil dibagi menjadi 3 fraksi yaitu besar, sedang, kecil dengan ukuran kerikil maximum yaitu 20 mm. Untuk fraksi besar yaitu tertahan saringan 16,5 mm untuk fraksi sedang yaitu tertahan saringan 9,5 mm dan untuk fraksi kecil yaitu lolos saringan 9,5 mm.

2. Alat ukur slump

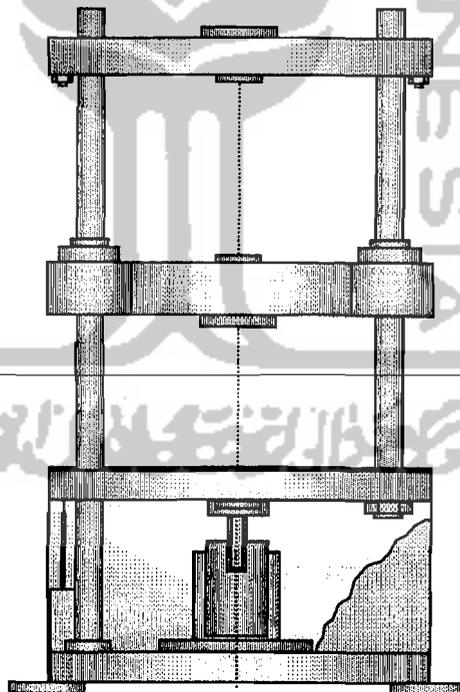
Alat ini digunakan untuk mengukur nilai slump campuran adukan beton yang menunjukkan konsistensi campuran tersebut. Satu set alat uji slump terdiri dari kerucut Abram, batang penumbuk dan alas. Kerucut Abram mempunyai tinggi, diameter bagian bawah dan bagian atas masing-masing 30 mm, 20 mm dan 10 mm. Penumbuk berupa besi bulat dengan ukuran panjang 600 mm dan diameter 16 mm.

3. Mesin uji kuat desak

Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder. Dalam penelitian ini digunakan mesin uji kuat desak merk CONTROL yang mempunyai kapasitas 2000 kN.

4. Mesin uji kuat tarik

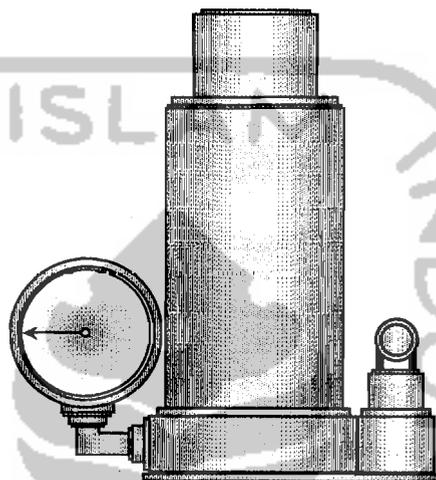
Mesin uji kuat tarik digunakan untuk mengetahui kuat leleh dan kuat tarik baja tulangan. Dalam penelitian ini digunakan *Universal Testing Material* (UTM) merk SIMATZU type UMH 30 dengan kapasitas 30 ton seperti terlihat pada Gambar 4.1 .



Gambar .4.1. Universal Testing Material Shimatzu UMH30

5. Hydraulic jack

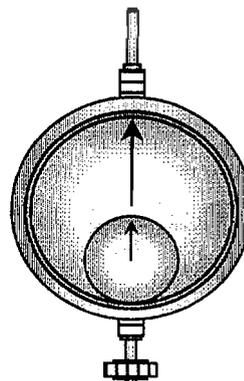
Hydraulic jack digunakan sebagai pembangkit beban statik pada model balok. Dalam penelitian ini digunakan hydraulic jack dengan kapasitas 30 ton seperti pada Gambar 4.2 .



Gambar 4.2. Hidraulic Jack

6. Dial gauge

Dial gauge digunakan untuk mengukur besarnya lendutan yang terjadi pada sampel balok beton bertulang. Dalam penelitian ini digunakan 3 buah dial gauge dengan kapasitas lendutan maximum sebesar 3 cm seperti pada Gambar 4.3



Gambar 4.3. Dial

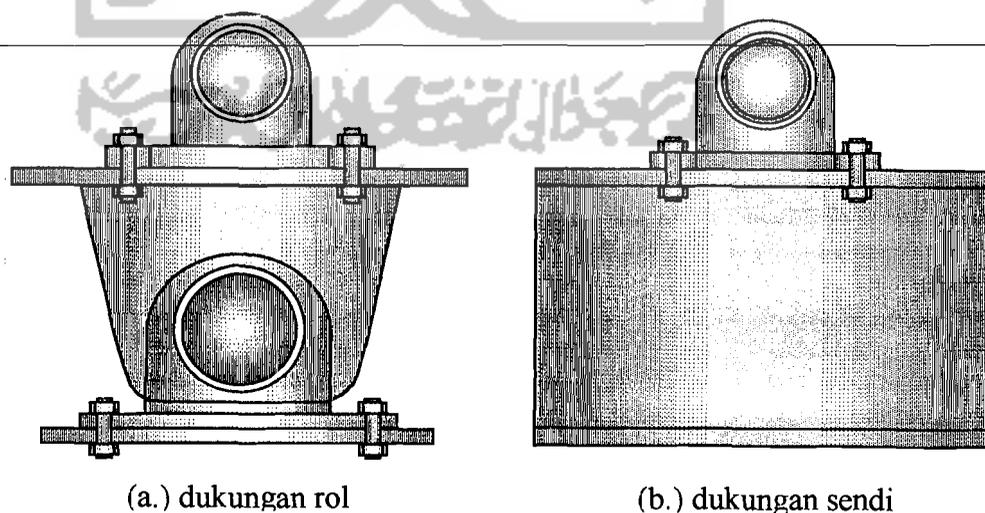
7. Loading frame

Untuk keperluan penelitian ini digunakan loading frame dari bahan baja profil WF 450x200x9x14. Bentuk dasar loading frame berupa portal segi empat, berdiri diatas lantai beton dengan tebal 600 mm. Untuk menjamin agar loading frame tetap stabil, pelat dasar dibaut ke lantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450x200x9x14.

Diantara dua kolom portal, pada arah melintang terdapat dua balok profil WF 450x200x9x14 dengan panjang 6,00 meter dan langsung dibaut ke lantai beton sehingga memperkuat kedudukan loading frame. Fungsi utama kedua balok ini yaitu untuk menempatkan model yang akan diuji.

8. Dukungan rol dan sendi

Dukungan rol dipasang pada salah satu model balok, sedangkan pada ujung yang lain dipasang dukungan sendi (engsel), sehingga model balok beton bertulang mendekati balok-balok sederhana (simple beam) seperti Gambar 4.4 .



Gambar 4.4. Dukungan Sendi dan Rol

9. Timbangan

Timbangan merk Fa Gani kapasitas 500 kg digunakan untuk menimbang bahan susun campuran adukan beton (semen, pasir, dan kerikil). Timbangan merk O'house kapasitas 20 kg digunakan untuk menimbang batu pecah dan pasir ketika melakukan uji berat jenis, berat volume agregat dan modulus halus butir pasir.

10. Mistar dan kapiler

Mistar dari logam digunakan untuk mengukur dimensi cetakan model sedangkan kapiler untuk mengukur diameter tulangan dan benda uji.

11. Cetok dan talam baja

Cetok digunakan untuk memasukan adukan beton ke dalam cetakan balok dan cetakan silinder. Talam baja digunakan untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk.

12. Mesin pengaduk beton (rotating drum)

Mesin pengaduk beton (mixer) digunakan untuk mengaduk bahan susun beton (semen, air, pasir dan kerikil) sehingga diperoleh campuran yang homogen.

4.2 Pelaksanaan penelitian

4.2.1 Persiapan

Pekerjaan meliputi : uji sifat-sifat teknis bahan penyusun beton serat (pasir, kerikil, semen dan serat baja), perancangan adukan beton, uji kuat desak beton, uji tarik baja tulangan, kalibrasi peralatan, dan uji pendahuluan.

1. Uji pasir

Uji pasir bertujuan memperoleh berat jenis keadaan SSD dan modulus kehalusan butir. Didapat berat jenis SSD 2,2727 t/m³ dan modulus halus butirnya yaitu 2,77025

2. Uji batu pecah

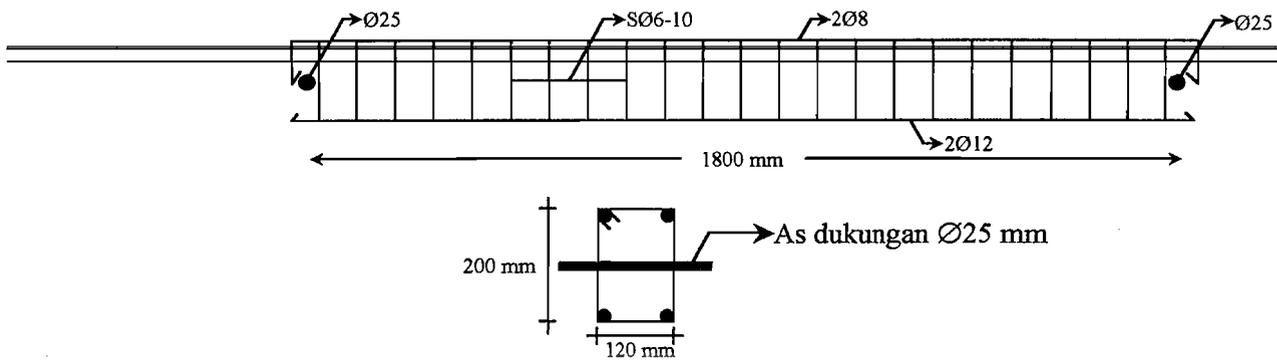
Uji batu pecah bertujuan mendapatkan berat jenis dan berat volume batu pecah keadaan SSD. Dalam penelitian ini diperoleh berat jenis SSD kerikil yaitu 2,63 t/m³ dan berat volume SSD = 1,489 t/m³

3. Perencanaan adukan beton

Perencanaan adukan beton menggunakan cara yang direkomendasikan oleh *American Concrete Institute (ACI)*, hitungannya disajikan dalam lampiran. Untuk setiap satu meter kubik dengan kuat tekan rencana sebesar 20 Mpa diperoleh perbandingan berat: 396,091 kg semen, 710,81 kg pasir, 912,72 kg kerikil, dan 203 liter air. Untuk berat serat baja lokal (kawat bendrat) yang diperlukan adalah 1% dari volume adukan. Dalam penelitian ini diperlukan 22,2262 kg kawat bendrat dalam 1 meter kubik adukan.

4. Membuat model balok beton bertulang

Dalam penelitian ini dibuat 15 buah balok beton bertulang dengan bahan tambah serat baja lokal berupa kawat bendrat dengan geometri sebanyak 5 variasi dengan masing masing variasi sebanyak 3 buah balok. Dimensi balok dalam penelitian ini yaitu 120 mm x 200 mm x 2000 mm dengan jarak antar dukungan 1800 mm, seperti terlihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5. Tulangan Benda Uji

Rawatan keras (curing) terhadap model uji dilaksanakan dengan menyelimuti model uji dengan karung yang dibasahi setiap hari selama 28 hari. Dengan cara ini, proses hidrasi semen berlangsung dengan baik.

4.2.2 Persiapan peralatan

Pengujian model dilaksanakan setelah benda uji berumur 28 hari atau lebih. Waktu tunggu beton mengeras dimanfaatkan untuk memeriksa dan mempelajari semua peralatan yang digunakan, termasuk kalibrasi alat. Kalibrasi alat dilakukan di Laboratorium Struktur Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.