

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2005 - Maret 2006 dengan pelaksanaan pengujian benda uji bertempat di Laboratorium Struktur Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, dan sebagian pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

4.2 Bahan dan Alat

4.2.1 Bahan

1. Semen

Dalam penelitian ini digunakan semen Portland 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. Agregat

Dalam penelitian ini digunakan 2 macam agregat, yaitu:

a. Agregat halus (pasir)

Agregat halus yang digunakan adalah Pasir yang diambil dari Kali Boyong, Sleman, Yogyakarta yang berdiameter lolos saringan 4,80 mm. Pasir sebelum digunakan terlebih dahulu dicuci. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang terkandung di dalam butiran-butiran pasir tersebut. Selain itu dilakukan pula penyelidikan pasir yang bertujuan untuk memperoleh distribusi ukuran butir (gradasi) dan berat volume dalam keadaan jenuh kering muka (SSD).

b. Agregat Kasar (kerikil)

Agregat kasar yang digunakan adalah batuan pecah dari daerah Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta. Memperhatikan ukuran penampang model

balok dan jarak bukaan strimin dipilih batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm. Penyelidikan batu pecah bertujuan memperoleh data tentang berat jenis dan berat volume dalam keadaan SSD. Batu pecah sebelum digunakan dicuci dahulu untuk menghilangkan kotoran yang terkandung di dalam butiran-butiran kerikil tersebut.

3. Air

Air yang digunakan adalah air yang diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Pengamatan dilakukan secara visual, yaitu jernih dan tidak berbau.

4. Besi Tulangan

Dalam pembuatan benda uji penelitian digunakan baja tulangan polos (BJTP) diameter 6 mm sebagai tulangan memanjang atas (tulangan tekan), diameter 16 mm sebagai tulangan memanjang bawah (tulangan tarik), dan diameter 6 mm untuk tulangan sengkang, sedangkan jarak sengkang yang dipakai adalah 100 mm untuk daerah tumpuan/geser dan 120 mm untuk daerah lapangan/lentur sesuai dengan hasil hitungan (lihat lampiran E). Pengujian tarik baja dilakukan untuk mengetahui kuat leleh dan kuat tarik baja tulangan yang terpasang pada benda uji.

5. Kawat Bendrat

Kawat bendrat diameter 0,8 mm digunakan untuk merangkai tulangan-tulangan baja, yaitu tulangan melintang dan tulangan memanjang, juga digunakan untuk mengikat kawat strimin.

6. Kayu Lapis

Dalam pembuatan sampel agar didapat ukuran yang tepat dan permukaan yang rata sesuai dengan apa yang telah direncanakan menggunakan cetakan dari kayu lapis dengan ketebalan 12 mm.

7. Kawat Strimin

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah berupa jaringan kawat strimin yang berbentuk persegi dipasang tegak sebanyak satu lapis, dengan ikatan anyaman dilas dengan jarak bukaan kawat 2,54 x 2,54 cm.

4.2.2 Alat

1. Ayakan

Untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil digunakan ayakan. Fraksi yang dipakai untuk pasir yaitu lolos saringan 4,8 mm, sedangkan untuk kerikil dibagi menjadi 3 fraksi yaitu besar, sedang dan kecil, dengan ukuran kerikil maksimum 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. 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.

3. Mistar dan Kaliper

Mistar dari logam digunakan untuk mengukur dimensi cetakan benda uji sedangkan kaliper digunakan untuk mengukur diameter tulangan.

4. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk menakar jumlah air yang diperlukan dalam pembuatan adukan beton atau pasta semen. Kapasitas gelas ukur yang dipakai adalah 1000 ml.

5. Kerucut Abrams

Kerucut ini digunakan untuk mengukur kelecakan beton pada percobaan *slump*. Kerucut ini mempunyai dua lubang pada ujungnya, dengan diameter atas 100 mm dan diameter bawah 200 mm, dan tinggi 300 mm. Alat ini dilengkapi tongkat pemadat dari baja dengan panjang 600 mm dan berdiameter 16 mm, yang ujungnya berbentuk bulat.

6. Cetok, talam baja dan ember

Cetok digunakan sebagai alat untuk memasukkan benda uji ke dalam kerucut Abrams dan cetakan benda uji. Talam di gunakan sebagai alas pengujian *slump* dan menampung adukan beton dari mesin pengaduk

(molen). Ember digunakan sebagai wadah pengambilan dan penimbangan bahan-bahan adukan beton.

7. Cetakan benda uji

Cetakan benda uji terbuat dari pelat baja. Cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Cetakan benda uji ini mempunyai baut pada sisi luarnya, sehingga memudahkan pelepasannya.

8. Molen/pengaduk beton

Mesin ini berfungsi untuk mengaduk bahan penyusun beton (semen, pasir dan kerikil) sehingga menjadi adukan beton yang homogen. Mesin ini digerakkan dengan generator listrik.

9. Mesin Uji Lentur Beton

Mesin uji lentur beton ini merupakan mesin untuk menguji lentur beton yang dilengkapi dengan alat untuk pembebanan titik pada beton yang diletakkan diatas dua tumpuan. Beban yang telah bekerja dapat dibaca pada skala pembebanan.

10. Mesin Uji Desak Beton

Mesin uji desak beton merk “*Controlls*” digunakan untuk menguji kuat desak beton dengan beban yang dapat dibaca pada skala pembebanan. Kapasitas mesin ini adalah 2000 kN.

11. Mesin Uji Kuat Tarik

Digunakan untuk mengetahui kuat tarik dan kuat leleh tulangan baja. Didalam penelitian ini digunakan *Universal Testing Machine* (UTM) merk *Shimatsu* type UMH 30 dengan kapasitas 30 ton.

12. *Loading Frame*

Untuk keperluan penelitian ini digunakan *loading frame* dari bahan baja profil WF 450 x 200 x 9 x 14. Bentuk dasar *loading frame* berupa portal segi empat, berdiri di atas lantai beton dengan tebal 600 mm. Untuk menjamin agar *loading frame* tetap stabil, pelat dasar dibuat ke lantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450 x 200 x 9 x 14.

Diantara dua kolom portal, arah melintang terdapat dua balok profil WF450 x 200 x 9 x 14 dengan panjang 6 meter dan langsung dibaut ke lantai beton sehingga memperkuat kedudukan *loading frame*. Fungsi utama kedua balok ini yaitu untuk menempatkan model yang akan diuji.

13. *Hydraulic Jack*

Alat ini digunakan sebagai alat untuk mengetahui kemampuan lentur dan geser balok ketika menerima beban dengan kapasitas 60 ton dan pembacaan ketelitian sebesar 0.5 ton.

14. *Load cell*

Load cell dipasang di atas *hidraulic jack* dan berfungsi mengukur beban statik yang dibangkitkan oleh *hidraulic jack*.

15. *LVDT (Linear Variable Displacement Transduser)*

LVDT digunakan untuk mengukur besarnya lendutan yang terjadi pada sampel balok beton. Dalam penelitian ini digunakan 3 buah *LVDT*.

16. Dukungan Rol dan Sendi

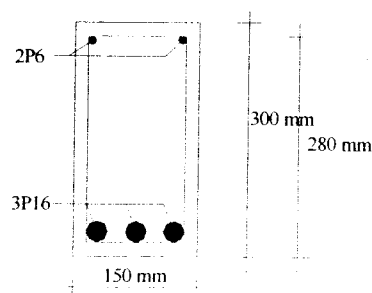
Dukungan rol dipasang pada salah satu ujung model balok, sedangkan pada ujung yang lain dipasang dukungan sendi.

4.2.3 Perencanaan Benda Uji Balok

1. Dimensi Penampang

Dalam perencanaan balok ini dikehendaki gagal dalam geser. Jika ditentukan jarak titik beban terhadap dukungan, a sebesar 560 mm dan

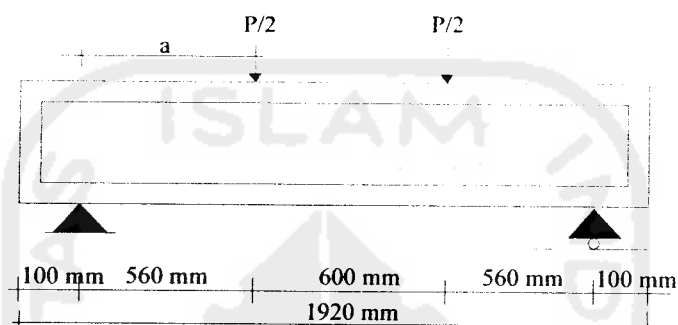
$$\frac{a}{d} = 2,0 \text{ maka } d = \frac{560}{2,0} = 280 \text{ mm seperti terlihat pada Gambar 4.1.}$$



Gambar 4.1 Penampang melintang balok uji

2. Panjang Bentang

Dalam perencanaan bentang balok dikehendaki gagal dalam lentur dan geser dengan $a/d = 2,0$. Jika ditentukan jarak antara titik beban terhadap dukungan, a sebesar 560 mm, d sebesar 280 mm dan jarak antar beban titik sebesar 600 mm maka didapatkan panjang bentang adalah 1920 mm seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Penampang memanjang balok uji

3. Jumlah Tulangan

Dalam perencanaan balok menggunakan BJTP yang terdiri dari :

- a. Tulangan memanjang atas (tulangan tekan) memakai 2 BJTP dengan diameter 6 mm.
- b. Tulangan memanjang bawah (tulangan tarik) memakai 3 BJTP dengan diameter 16 mm.
- c. Tulangan sengkang P 6

Pada penulangan untuk sengkang tumpuan memakai jarak 100 mm sedangkan penulangan untuk sengkang lapangan memakai jarak 120 mm.

4.3 Perlakuan dan Rancangan Pengujian

4.3.1 Perlakuan

Pada percobaan penelitian ini akan menggunakan tujuh (7) model balok, yaitu :

1. Balok beton bertulang tanpa menggunakan sengkang (TSK)

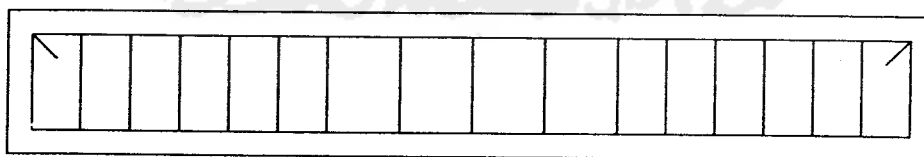
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dan geser yang dapat ditahan oleh balok. Balok pada pengujian ini, tulangan memanjangnya menggunakan tulangan rangkap. Alasan pengujian benda uji tanpa tulangan geser ini adalah sebagai kontrol terhadap benda uji lainnya seperti terlihat pada Gambar 4.3, dan diharapkan balok runtuh dalam geser dengan beban ultimit yang terjadi merupakan beban yang ditahan oleh tulangan lentur dan geser beton.



Gambar 4.3 Balok tanpa menggunakan sengkang (TSK)

2. Balok beton bertulang dengan menggunakan sengkang (BN)

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui besarnya kekuatan geser yang mampu ditahan oleh balok tersebut, karena fungsi sengkang adalah untuk menahan gaya geser, memperbaiki kekakuan dan kekuatan balok. Di samping itu, sengkang mengatur dan membatasi proses peretakan, memperlambat kegagalan balok sampai dikerjakan beban yang lebih besar. Benda uji ini pun digunakan sebagai kontrol terhadap benda uji pengganti sengkang yang menggunakan *wire mesh* (jaringan kawat) seperti terlihat pada Gambar 4.4.

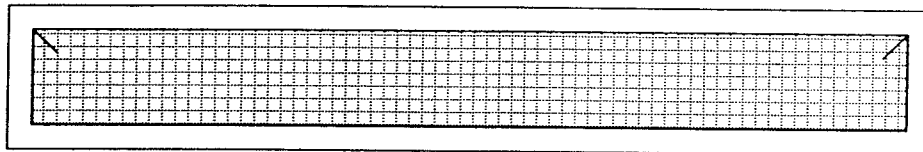


Gambar 4.4 Balok dengan menggunakan sengkang (BN)

3. Balok beton bertulang dengan menggunakan kawat strimin sebagai pengganti sengkang (TKTS)

Kawat Strimin berfungsi untuk mengganti sengkang, maka tujuan dan alasan dilakukannya pengujian ini yaitu untuk menahan gaya geser,

memperbaiki kekuatan balok seperti terlihat pada Gambar 4.5. Di samping itu, kawat strimin mengatur dan membatasi proses peretakan, memperlambat kegagalan balok sampai dikerjakan beban yang lebih besar.



Gambar 4.5 Balok dengan menggunakan kawat strimin (TKTS)

4. Balok beton bertulang menggunakan kawat strimin pada daerah geser (TKGTS)

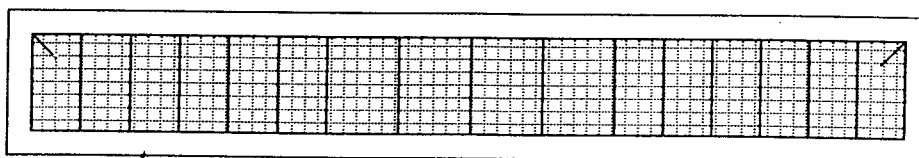
Tujuan dan alasan dilakukannya pengujian ini adalah penggunaan kawat strimin untuk menahan gaya geser pada daerah geser saja. Penempatan kawat strimin pada daerah geser seperti Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Balok dengan menggunakan kawat strimin pada daerah geser (TKGTS)

5. Balok beton bertulang menggunakan kawat strimin dan sengkang (TSKP)

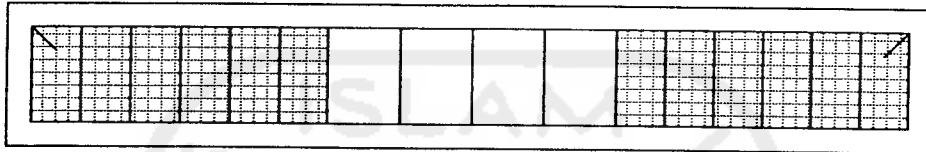
Tujuan dan alasan dari pengujian ini seperti pada Gambar 4.7 adalah untuk menahan gaya geser, memperbaiki kekakuan/kekuatan balok dan meningkatkan gaya geser setelah diberi sengkang.



Gambar 4.7 Balok dengan menggunakan kawat strimin dan sengkang (TSKP)

6. Balok beton bertulang menggunakan kawat strimin pada daerah geser dan sengkang (TSKG)

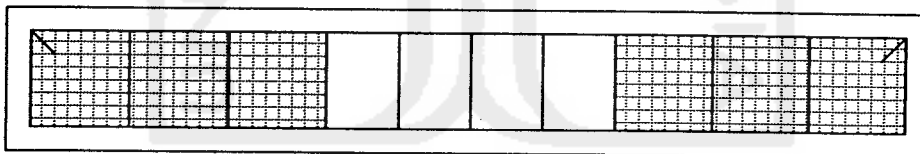
Tujuan dan alasan dari pengujian ini seperti pada Gambar 4.8 adalah untuk menahan gaya geser pada daerah geser, memperbaiki kekakuan/kekuatan balok dan meningkatkan gaya geser setelah diberi sengkang.



Gambar 4.8 Balok menggunakan kawat strimin pada daerah geser dan sengkang (TSKG)

7. Balok beton bertulang menggunakan kawat strimin pada daerah geser dan pengurangan 50% sengkang pada daerah geser (TS50KG)

Tujuan dan alasan dari pengujian ini seperti pada Gambar 4.9 adalah untuk menahan gaya geser pada daerah geser dan untuk mengurangi pemakaian sengkang sebanyak 50%.



Gambar 4.9 Balok menggunakan kawat strimin pada daerah geser dan 50 % sengkang (TS50KG)

4.3.2 Rancangan Percobaan/Kajian

1. Persiapan Bahan dan Alat

Material yang digunakan untuk pembuatan benda uji ini merupakan material lokal kecuali tulangan baja dan semen. Pembuatan benda uji, pengujian mekanik beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia sedangkan pengujian balok dilakukan di Laboratorium Struktur Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

2. Pembuatan Benda Uji.

a. Tahapan perhitungan komposisi campuran beton adalah sebagai berikut :

- 1) Menghitung kuat desak rata-rata.
- 2) Menetapkan faktor air semen.
- 3) Menetapkan nilai *slump*.
- 4) Menetapkan kebutuhan air.
- 5) Menentukan kebutuhan semen.
- 6) Menetapkan berat agregat kasar per meter kubik beton.
- 7) Menghitung berat pasir.

Perhitungan selengkapnya lihat lampiran C.

b. Langkah-langkah pembuatan benda uji silinder :

- 1) Melakukan penimbangan bahan-bahan, seperti : semen, pasir, kerikil sesuai dengan kebutuhan rencana campuran adukan beton.
- 2) Memasukkan semen, pasir, kerikil, air sedikit demi sedikit ke dalam molen, dilanjutkan dengan menghidupkan molen.
- 3) Pada saat molen mulai berputar diusahakan selalu dalam keadaan miring sekitar 45° , agar terjadi adukan beton yang merata.
- 4) Setelah adukan beton terlihat merata, kemudian dituang secukupnya dan dilakukan pengujian *slump* dengan menggunakan kerucut Abrams.
- 5) Mempersiapkan cetakan-cetakan silinder yang akan dipakai untuk mencetak benda uji dengan terlebih dahulu diolesi dengan oli.
- 6) Mengeluarkan adukan beton dari molen, dan ditampung pada talam.
- 7) Memasukkan adukan beton ke dalam cetakan dengan memakai cetok, dilakukan sedikit demi sedikit sambil ditusuk-tusuk supaya tidak keropos.
- 8) Adukan yang telah dicetak diletakkan di tempat yang terlindung dari sinar matahari dan hujan, didiamkan selama 24 jam.
- 9) Cetakan dapat dibuka dengan memberikan kode atau keterangan pada beton.

c. Langkah-langkah pembuatan benda uji balok :

- 1) Pembuatan benda uji balok sebanyak 7 buah dengan ukuran balok 150 x 300 x 1920 mm.
- 2) Setelah bahan dan alat disiapkan serta rencana campuran beton telah dibuat, dilakukan penimbangan bahan-bahan sesuai proporsi yang telah ditentukan. Untuk agregat kasar yang digunakan terlebih dahulu dicuci untuk menghilangkan kandungan lumpur yang menempel. Pada saat penimbangan, kondisi pasir dan kerikil adalah jenuh kering permukaan (SSD).
- 3) Bahan susut beton diaduk menjadi satu beturut-turut, agregat kasar, agregat halus, semen dan air dimasukkan sedikit demi sedikit sampai campuran rata. Proporsi bahan-bahan ini disesuaikan dengan kapasitas mesin pengaduk yang dipakai.
- 4) Untuk mengetahui kelecakan aduan beton, maka dilakukan pengukuran *slump* dengan kerucut Abrams dengan diameter atas 100 mm, diameter bawah 200 mm, dan tinggi 300 mm, yang dilengkapi tongkat penumbuk dari baja diameter 16 mm. Pelaksanaan percobaan *slump* dilakukan dengan cara kerucut di tekan ke bawah pada penyokong-penyokong kakinya sambil diisi adukan beton, dibuat tiga lapis adukan, dan tiap lapis ditumbuk sebanyak ± 25 kali. Bagian atas kerucut adukan diratakan dan didiamkan ± 30 detik, kemudian kerucut Abrams diangkat perlahan-lahan secara tegak lurus dan di letakkan di samping adukan tersebut, selisih tinggi tersebut dinamakan *Slump*.
- 5) Dimasukkan adukan (beton segar) tersebut ke dalam cetakan beton yang telah dibersihkan dan diolesi oli serta diberi tulangan baja dengan adukan yang berlapis-lapis dan tiap lapis dilakukan pemadatan, sisi cetakan diketuk-ketuk atau digetarkan dengan menggunakan palu kayu, sehingga terjadi pemadatan yang sempurna dan gelembung udara yang terperangkap akan keluar. Adukan yang telah dicetak didiamkan dan diletakkan di tempat yang terlindung dari hujan dan sinar matahari.

- 6) Cetakan dibuka setelah pengerasan berlangsung, yaitu setelah 1 hari, kemudian dilakukan perawatan beton.

4.3.3 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton sangat perlu dilakukan agar permukaan beton tetap dalam keadaan lembab. Penguapan dapat menyebabkan kehilangan air yang cukup berarti sehingga dapat mengakibatkan proses hidrasi berjalan tidak sempurna, dengan konsekuensi berkurangnya kekuatan beton. Penguapan dapat juga menyebabkan penyusutan kering terlalu awal dan cepat, sehingga berakibat timbulnya tegangan tarik yang menyebabkan retak, kecuali bila beton telah mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan tegangan ini.

Oleh karena itu direncanakan suatu perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus menerus berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari dan bahkan beberapa minggu (Murdock dan Brook, 1986).

Pada penelitian ini, perawatan beton dilakukan dengan cara merendam untuk benda uji silinder ukuran 150 x 300 mm dan balok ukuran (100 x 100 x 400 mm dan 100 x 100 x 200 mm). Sedangkan untuk benda uji ukuran 150 x 300 x 1920 mm perawatan dilakukan dengan penyiraman tiap hari selama 28 hari. Perawatan yang baik terhadap beton akan memperbaiki beberapa segi dari kualitasnya. Di samping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia, beton ini juga lebih tahan terhadap aus dan lebih kedap air.

4.3.4 Proses Pengujian

Pengujian desak, pengujian lentur dan pengujian geser dilakukan pada umur beton 28 hari.

1. Pengujian Kuat Tarik Kawat strimin

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.

Adapun tahapan-tahapan pengujian kuat tarik kawat strimin adalah sebagai berikut :

- a. Kawat strimin diambil satu batang, kemudian diameter kawat strimin diukur dengan menggunakan jangka sorong (kaliper).
- b. Kawat strimin dijepitkan kedua ujungnya pada mesin penguji.
- c. Mesin penguji dijalankan, kemudian ditarik dengan penambahan beban secara berangsur-angsur sampai kawat strimin putus.
- d. Sejalan dengan itu, komputer mencatat penambahan beban, tegangan dan regangan kawat strimin tersebut sehingga dapat diperoleh data berupa diameter, jenis, beban tarik dan tegangan putus.

2. Pengujian Kuat Tarik Tulangan

Pengujian kuat tarik tulangan baja ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Data yang diambil pada pengujian tarik tulangan baja adalah beban maksimum, beban patah dan batas luluh awal. Tegangan tarik tulangan baja dapat diketahui dengan cara membagi batas luluh awal dengan luas rata-rata dari diameter tulangan baja.

3. Pengujian Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan dengan benda uji silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

- a. Mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya.
- b. Menimbang benda uji.
- c. Memasang alat ukur regangan pada posisi yang telah ditentukan.
- d. Meletakkan benda uji dengan posisi vertikal diatas mesin penguji desak, lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur.
- e. Mencatat beban maksimum yang terjadi, dimana benda uji mulai mengalami kehancuran.

4. Pengujian Kuat Lentur dan Geser Beton

Pelaksanaan pengujian kuat lentur ini menggunakan benda uji dengan ukuran 10 x 10 x 40 (cm) dan kuat geser menggunakan benda uji dengan ukuran 10 x 10 x 20 (cm), pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Sebelum pengujian dilakukan, benda uji ditimbang kemudian diberi tanda sebagai titik perletakan serta titik pembebanan pada benda uji, kemudian diletakkan pada tumpuan sesuai dengan tanda yang telah diberikan serta letak bebannya.
- b. Benda uji siap diuji. Alat uji digerakkan guna melakukan pembebanan secara perlahan-lahan, beban konstan dan dinaikkan secara berangsur-angsur sehingga pada batas kekuatan tertentu sampai dengan maksimum, pada akhirnya benda uji akan mengalami retak atau patah.
- c. Hasil retak ditandai dan ditulis pada benda uji ketika pengujian sedang berlangsung.

5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

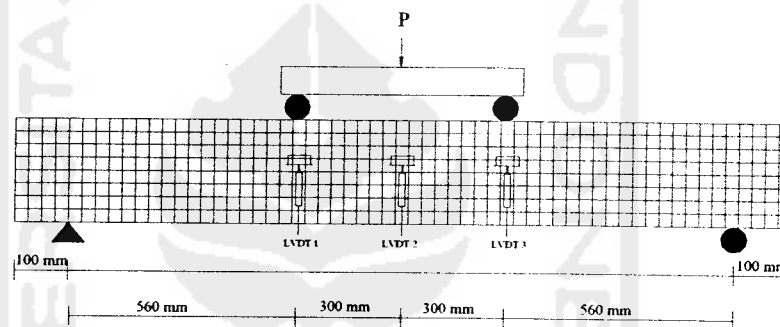
Pelaksanaan pengujian kuat tarik belah ini menggunakan benda uji berupa silinder dengan ukuran 150 x 300 (mm), pengujiannya dilakukan dengan cara sebagai berikut ini :

- a. Mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya.
- b. Menimbang benda uji.
- c. Meletakkan benda uji dengan posisi horizontal/rebah pada mesin penguji desak lalu mesin dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur.
- d. Mencatat beban maksimum yang terjadi, dimana benda uji mulai mengalami patah / kehancuran.

6. Penyetelan Pembebanan pada Balok

- a. Setelah balok mencapai umur 28 hari, kemudian diangkat dan diletakkan di atas alat uji.

- b. Permukaan balok dicat dengan kapur berupa garis kotak-kotak dengan menggunakan spidol untuk mengetahui penambahan retak dan lebar retak yang terjadi.
- c. Jarak dari tepi balok ke tumpuan adalah 100 mm baik dari kiri ataupun kanan.
- d. Jumlah titik pembebanan ada dua dengan jarak beban yang membebani dari tepi kiri dan tepi kanan adalah 560 mm dan jarak antar titik pembebanan 600 mm.
- e. Pada tengah-tengah bentang dan di bawah titik beban diletakkan LVDT seperti terlihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Penyetelan pembebanan balok

4.4 Pengamatan

1. Pembebanan

Pada pelaksanaan pembebanan perlu diperhatikan kemungkinan-kemungkinan balok menggeser atau terguling. Setiap komponen struktur harus memiliki cukup kekuatan struktural untuk mendukung beban yang bekerja pada balok. Dengan kata lain, struktur dan segenap komponen harus direncanakan sehingga penampangnya mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan beban yang bekerja. Balok yang telah diberi beban akan diperiksa kekuatannya berdasarkan alat uji dengan melihat pada seberapa kuat balok menahan beban tersebut. Beban diberikan setiap 5 kN yang berangsur-angsur sampai beban yang menyebabkan balok runtuh akan menjadi perhatian dalam pembebanan, karena hal tersebut merupakan data pada balok dalam menahan beban.

2. Lendutan (Defleksi)

Suatu elemen balok, kerapian maupun penampilannya tidak boleh terganggu oleh lendutan yang terjadi selama masa hidup konstruksi merupakan syarat utama. Balok yang telah diberi beban akan diperiksa lendutannya berdasarkan alat uji dengan melihat pada seberapa kuat balok menahan beban. Beban diberikan setiap 5 kN kemudian berhenti untuk membaca lendutan, untuk beban berikutnya diberikan secara berangsur-angsur sampai beban yang menyebabkan balok runtuh.

3. Retak

Bahan beton kemampuannya terbatas sehingga timbulnya retak akan menimbulkan masalah. Seperti diketahui, beton mempunyai kekuatan cukup untuk menahan tekanan akan tetapi kurang kuat menahan gaya tarik. Sehingga komponen struktur beton bertulang cenderung mengalami retak yang tidak bisa dihindari di tempat-tempat mengalami gaya tarik. Oleh karena itu pengetahuan perilaku retak dan pengendalian lebar retak, khususnya retak lentur, perlu mendapatkan perhatian secukupnya. Di dalam memperhatikan retak beton, perhatian lebih diutamakan pada lebar celah retak daripada jumlah retakan yang terjadi. Balok yang telah diberi beban akan diperiksa retaknya berdasarkan alat uji dengan melihat pada seberapa kuat balok menahan beban. Beban diberikan setiap 5 kN secara berangsur-angsur sampai balok runtuh, arah perambatan retaknya dilukis dengan spidol dan lebar retaknya dibaca dengan alat pembaca retak.

4.5 Prosedur Pengujian

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik, maka dapat dilakukan cara-cara berikut ini :

1. Pemeriksaan bahan campuran beton.

Semen yang dipakai dipastikan dalam kondisi baik yaitu semen belum mengeras atau menggumpal. Pasir dan kerikil dicuci terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan lumpur yang ada. Dilakukan pemeriksaan modulus halus butir dan berat jenisnya masing-masing (lihat lampiran B).

2. Perencanaan campuran beton.

Perencanaan campuran dibuat dengan metode DOE (*Department of Environment*).

3. Pembuatan campuran beton.

Pembuatan campuran beton dalam penelitian ini berpedoman pada SK-SNI T-28-1991-03 tentang cara pengadukan dan pengecoran beton. Pembuatan campuran dilakukan dengan molen. Cara pembuatan campuran dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan material pada saat perhitungan campuran beton (*Mix Design*). Apabila nilai *slump* telah memenuhi *slump* yang direncanakan, pelaksanaan pengecoran siap dilaksanakan. Beton yang telah memenuhi syarat tersebut ditumpahkan pada bak penampungan adukan beton dan ditampung dengan ember untuk dibawa ke tempat cetakan.

4. Pemadatan beton dilaksanakan dengan menggunakan tongkat penumbuk yang ditusuk-tusukkan ke dalam adukan beton serta sisi cetakan diketuk-ketuk dengan palu sampai adukan merata dan padat.

5. Perawatan benda uji.

Beton memerlukan perawatan untuk menjamin terjadinya proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna dengan menjaga kelembaban permukaan beton. Untuk mempertahankan supaya beton dalam keadaan basah selama periode beberapa hari, maka dilakukan perendaman benda uji dengan air sampai umur 28 hari dan diangkat 2 hari sebelum dilakukan pengujian.

6. Materi pengujian di laboratorium meliputi pengujian kuat tarik kawat strimin, kuat tarik tulangan baja tulangan, kuat desak, kuat tarik belah, kuat lentur dan kuat geser beton

7. Hasil-hasil pengujian dicatat untuk kemudian diolah menjadi data, gambar dan grafik.

Pengujian kuat tarik kawat strimin dilakukan sebelum pengecoran beton. Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Kawat strimin dipasang pada mesin uji tarik.
2. Penarikan dilakukan sampai kawat strimin putus,



3. Dicatat besar beban tarik yang terjadi.

Pengujian kuat tarik tulangan baja dilaksanakan sebelum pengecoran beton.

Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Batang baja dipasang pada mesin uji tarik baja,
2. Penarikan dilakukan sampai baja luluh atau putus,
3. Dicatat besar beban tarik yang terjadi.

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur 28 hari. Prosedur atau langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Benda uji diletakkan secara vertikal pada mesin uji desak beton, kemudian diuji sampai pecah atau runtuh.
2. Setiap benda uji dicatat kuat desak beton maksimumnya, kemudian dihitung kuat desak rata-rata.

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari, prosedur atau langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Benda uji diletakkan horisontal/rebah pada mesin uji desak beton, kemudian diuji sampai pecah atau runtuh.
2. Setiap benda uji dicatat kuat tarik beton maksimumnya, kemudian dihitung kuat tarik rata-rata.

Pengujian kuat lentur dan geser balok dilakukan pada umur 28 hari dengan langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. Balok terlebih dahulu dilapisi kapur putih sebelum diuji, sehingga pola retak yang terjadi mudah dilihat.
2. Kemudian benda uji diletakkan pada tumpuan yang telah disiapkan.
3. Di atas benda uji diberi dudukan lempengan baja untuk menyalurkan beban dari mesin uji menjadi dua titik.
4. Pada saat pengujian pola-pola retaknya digambar dengan spidol untuk memperjelas dan dicantumkan besar beban yang terjadi pada saat retak.
5. Untuk mengukur lendutan yang terjadi pada saat pembebanan di bawah benda uji dipasang tiga buah LVDT.

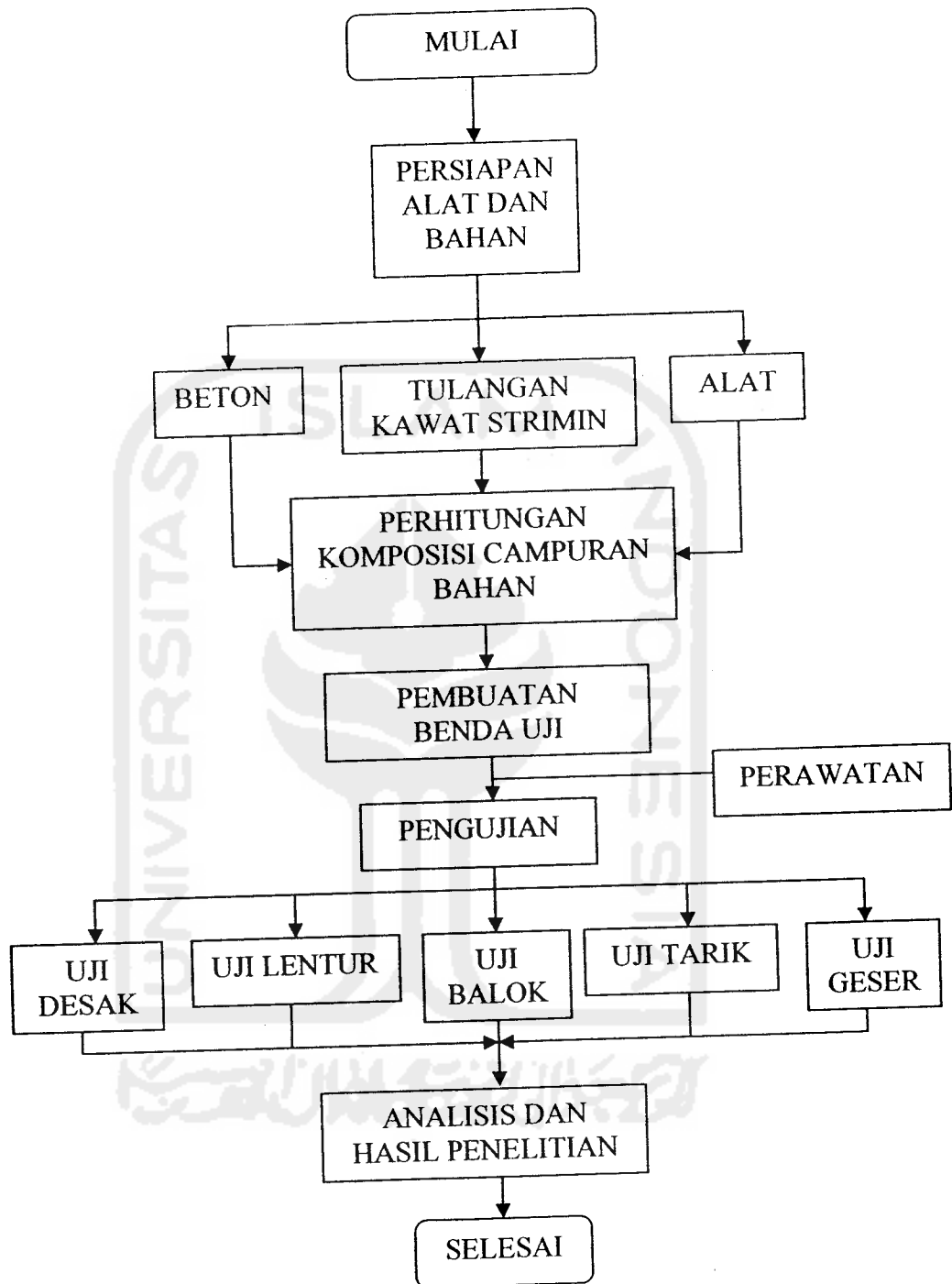
pene
pada

Data yang dicatat dalam pengujian adalah sebagai berikut ini :

1. Besar beban yang mengakibatkan retak-retak diagonal/miring pada benda uji sampai runtuh.
2. Besar lendutan yang terjadi akibat kenaikan beban yang telah ditentukan, untuk setiap benda uji kenaikan beban ditetapkan sebesar 5 kN.
3. Pola retak, lebar retak dan panjang retak yang terjadi.

Untuk mempermudah penjelasan prosedur percobaan/kajian maka penelitian apat disajikan dalam bentuk bagan alir (*flow chart*) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.11.





Gambar 4.11 Flow Chart