

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dimulai pada bulan September untuk pelaksanaan penelitian selama 6 bulan dengan pelaksanaan pengujian benda uji bertempat di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

4.2 Bahan dan Alat

4.2.1 Bahan

1. Semen

Dipakai semen portland jenis I merk Nusantara dengan berat @ 50 kg. Semen dalam penelitian ini di gunakan sebagai bahan perekat adukan beton (*binder*). Semen jenis ini dipilih karena paling umum digunakan sebagai perekat adukan beton dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Penilaian kualitas semen dalam penelitian ini hanya dilakukan dengan pengamatan secara visual terhadap kemasan dan kehalusan butirannya.

2. Agregat

Dalam penelitian ini digunakan 2 macam agregat, yaitu:

a. Agregat halus (pasir)

Agregat halus yang digunakan adalah Pasir ini diambil dari Kali Boyong, Sleman, Jogjakarta yang berdiameter lolos saringan 4,80 mm. Pasir sebelum digunakan terlebih dahulu harus 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, Jogjakarta. Memperhatikan ukuran penampang model 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 dan fraksi batu-batu pecah dipisahkan menggunakan ayakan.

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, Jogjakarta. 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 dan 120 mm. 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.

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 (*Wire Mesh*)

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah berupa kawat strimin yang berbentuk miring tipe wajik (*diamond shape*) dengan diameter 1,57 mm.

4.2.2 Alat

1. Saringan

Saringan ini digunakan untuk menyaring pasir dan kerikil agar diperoleh diameter yang dibutuhkan.

2. Timbangan

Timbangan dipakai untuk mengukur berat bahan penyusun beton yaitu semen, kerikil, pasir, tulangan kawat dan benda uji. Timbangan yang digunakan :

- a. timbangan merk "OHAUS" dengan kapasitas 20 kg,
- b. timbangan merk "FA GANI" dengan kapasitas 100 kg.

3. Mistar dan Kaliper

Mistar dan kaliper digunakan untuk mengukur benda uji dan mistar juga digunakan untuk mengukur penurunan nilai *slump* yang terjadi

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 kelacakan 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 diameter 150 mm dengan tinggi 300 mm dan bentuk balok berukuran panjang 200 mm, tinggi 100 mm serta lebar 100 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 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 di atas 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. Di dalam penelitian ini digunakan *Universal Testing Machine (UTM)* merk *S imatsu* type UMH 30 dengan kapasitas 30 ton.

12. *Loading Frame*

Loading frame merupakan alat ulat untuk menguji balok secara skala penuh dengan portal yang berdiri di atas lantai beton dan perantara berupa pelat dara dari baja dengan tebal 14 mm. Agar *loading frame*, pelat dasar dibaut ke lantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok dari bahan baja WF 450 mm x 200 mm x 9 mm x 14 mm.

13. Data logger

Data Logger merupakan alat yang digunakan untuk membaca data beban dan lendutan yang dihasilkan dari *hydraulic jack* dan *load cell*.

14. Hydraulic jack

Alat ini digunakan sebagai alat untuk mengetahui kemampuan lentur dan geser balok ketika menerima beban dengan kapasitas 30 ton dan pembacaan ketelitian sebesar 0,5 ton.

15. Load cell

Load Cell berfungsi untuk menyalurkan/mengukur beban statis yang didorong oleh *hidraulic jack* dan dipasang di atas *hidraulic jack*. Kapasitas *Load Cell* sebesar 60 ton.

16. LVDT (Linear Variable Displacement Transducers)

LVDT digunakan untuk menggantikan posisi *dial gauge* yang berfungsi untuk mengukur besarnya lendutan yang terjadi pada benda uji balok. Dalam penelitian dipakai 3 *LVDT*.

17. Microcrack

Alat ini digunakan untuk mengukur lebar retak yang terjadi pada balok saat pemberian beban sedang berlangsung.

18. Dukungan rol dan sendi

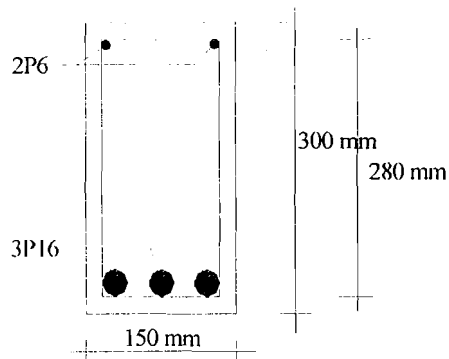
Dukungan rol dipasang pada salah satu ujung model balok, sedangkan pada ujung yang lain dipasang dukungan sendi sehingga model balok mendekati balok sederhana (*simple beam*).

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 $\frac{a}{d} = 2,0$

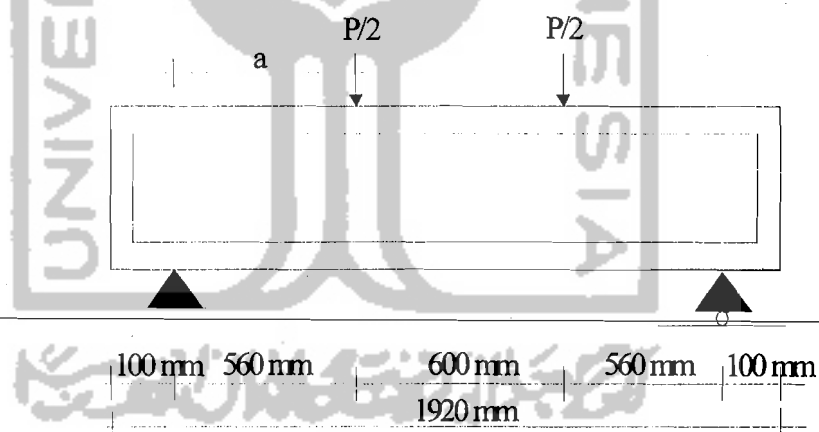
maka $d = \frac{560}{2,0} = 280$ mm seperti terlihat pada **Gambar 4.1**.



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 1720 mm seperti terlihat pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Penampang memanjang balok uji

3. Jumlah Tulangan

Dalam pelaksanaan pembuatan 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 antara dukungan dengan titik beban memakai jarak 100 mm sedangkan penulangan untuk sengkang antara titik beban memakai jarak 120 mm.

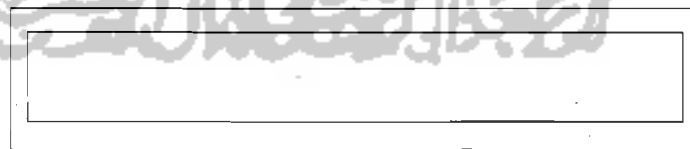
4.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan/Kajian

4.3.1 Perlakuan

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

1. Balok beton bertulang tanpa sengkang dan kawat strimin (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 dan diharapkan menjadi tolak ukur terhadap kuat lentur balok dan kuat geser beton 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 Model TSK

2. Balok beton bertulang dengan sengkang penuh (BN).

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui besarnya kekuatan geser yang mampu ditahan oleh balok tersebut, karena fungsi sengkang adalah untuk menahan gaya geser, memperbaiki kelakuan dan kekuatan balok. Di samping itu,

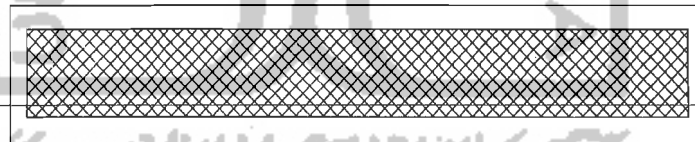
sengkang mengatur dan membatasi proses peretakan, memperlambat kegagalan balok sampai dikerjakan beban yang lebih besar. Benda uji inipun digunakan sebagai kontrol terhadap benda uji pengganti sengkang yang menggunakan kawat strimin (*wire mesh*) seperti terlihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Model BN

3. Balok beton bertulang dengan kawat strimin miring penuh tanpa sengkang (MKTS).

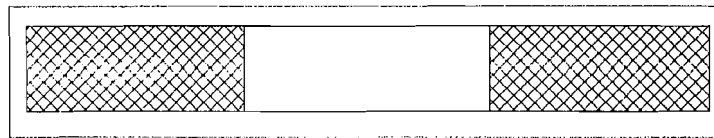
Kawat strimin (*wire mesh*) berfungsi untuk mengganti sengkang, maka tujuan dan alasan dilakukannya pengujian ini yaitu untuk menahan gaya geser, memperbaiki kelakuan dan kekuatan balok seperti terlihat pada **Gambar 4.5**. Di samping itu, kawat strimin (*wire mesh*) mengatur dan membatasi proses peretakan, memperlambat kegagalan balok sampai dikerjakan beban yang lebih besar dari yang direncanakan.



Gambar 4.5 Model KTS

4. Balok beton bertulang dengan kawat strimin pada daerah geser tanpa sengkang (MKGTS)

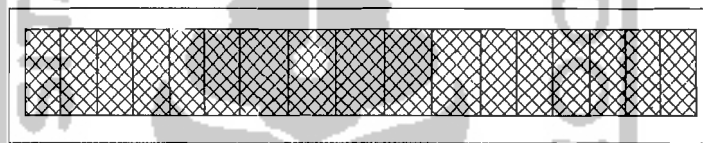
Tujuan dan alasan dilakukannya pengujian ini adalah penggunaan kawat strimin (*wire mesh*) untuk menahan gaya geser pada daerah geser saja. Penempatan kawat strimin (*wire mesh*) pada daerah geser seperti **Gambar 4.6**



Gambar 4.6 Model KGTS

5. Balok beton bertulang dengan sengkang dan kawat strimin penuh (MSKP)

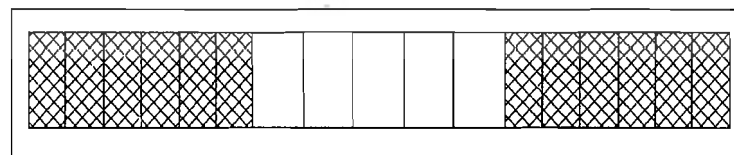
Tujuan dan alasan dari pengujian ini seperti pada **Gambar 4.7** adalah untuk menahan gaya geser, memperbaiki kelakuan/kekuatan balok dan meningkatkan gaya geser setelah diberi sengkang.



Gambar 4.7 Model SKP

6. Balok beton bertulang dengan sengkang dan kawat strimin pada daerah geser (MSKG)

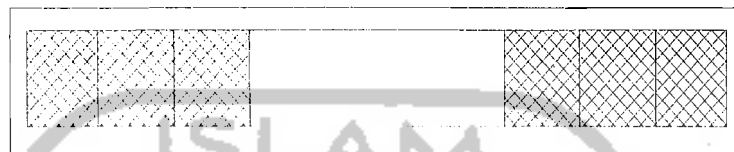
Tujuan dan alasan dari pengujian ini seperti pada **Gambar 4.8** adalah untuk menahan gaya geser pada daerah geser, memperbaiki kelakuan/kekuatan balok dan meningkatkan gaya geser setelah diberi sengkang.



Gambar 4.8 Model SKG

7. Balok beton bertulang kawat strimin pada daerah geser dan pengurangan 50% sengkang pada daerah geser (MS50KG)

Tujuan dan alasan dari pengujian ini seperti pada **Gambar 4.9** adalah untuk menahan gaya geser pada daerah geser, memperbaiki kelakuan/kekuatan balok dengan mengurangi pemakaian sengkang 50%.



Gambar 4.9 Model S50KG

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 dan pengujian silinder dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta sedangkan pengujian balok dilakukan di Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

2. Pembuatan Benda Uji

a. Tahapan pembuatan campuran beton adalah sebagai berikut :

- 1) Menentukan kuat desak rata-rata.
- 2) Menetapkan Faktor Air Semen.
- 3) Menetapkan nilai *slump*.
- 4) Menetapkan kebutuhan air.
- 5) Menentukan kebutuhan semen.
- 6) Menetapkan Volume Agregat Kasar per meter kubik beton.
- 7) Menghitung Volume Pasir.

b. Langkah-langkah pembuatan benda uji silinder dan balok :

- 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 nilai *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 dan diketuk-ketuk sisi cetakan supaya tidak keropos/gagal.
- 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 setiap benda uji.

c. Langkah-langkah pembuatan balok kontrol dan ferosemen :

- 1) Pembuatan benda uji balok kontrol sebanyak 2 buah dan balok ferosemen sebanyak 5 buah dengan ukuran balok 150 mm x 300 mm 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 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 balok yang telah dibersihkan yang telah diolesi oli dan ditutupi dengan selotip setiap sisi sudut bagian dalam cetakan balok agar adukan beton tidak menetes/merembes ke luar serta diberi tulangan baja dengan adukan yang berlapis-lapis dan tiap lapis dilakukan pemadatan, sisi cetakan balok diketuk-ketuk atau digetarkan dengan menggunakan palu kayu, sehingga terjadi pemadatan yang sempurna dan gelembung udara yang terperangkap akan keluar. Adukan yang telah tercetak didiamkan dan di letakkan di tempat yang terlindung dari hujan dan sinar matahari.
- 6) Cetakan dibuka setelah terjadi pengerasan, 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 menyiram semua benda uji sampai sehari sebelum benda uji tersebut dilakukan pengujian. 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 kuat desak, tarik belah, kuat lentur dan kuat geser dilakukan pada umur beton 28 hari.

1. Pengujian Kuat Tarik Kawat Strimin (*Wire Mesh*)

Adapun tahapan-tahapan pengujian kuat tarik *wire mesh* adalah sebagai berikut :

- a. Kawat strimin (*wire mesh*) diambil satu lembar yang telah dipotong, kemudian diameter kawat strimin diukur dengan menggunakan jangka sorong (kaliper).
- b. Kawat strimin dijepitkan kedua ujungnya pada mesin penguji.
- c. Mesin penguji dijalankan, kemudian kawat strimin 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, Jogjakarta. 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 dan Tarik Belah Silinder

Pengujian kuat desak dan tarik belah 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 kemudian menimbang benda uji.
- b. Meletakkan benda uji diatas mesin penguji desak, lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur.
- c. Mencatat beban maksimum yang terjadi, dimana benda uji mulai atau telah mengalami kehancuran.

4. Pengujian Kuat Lentur dan Geser Balok

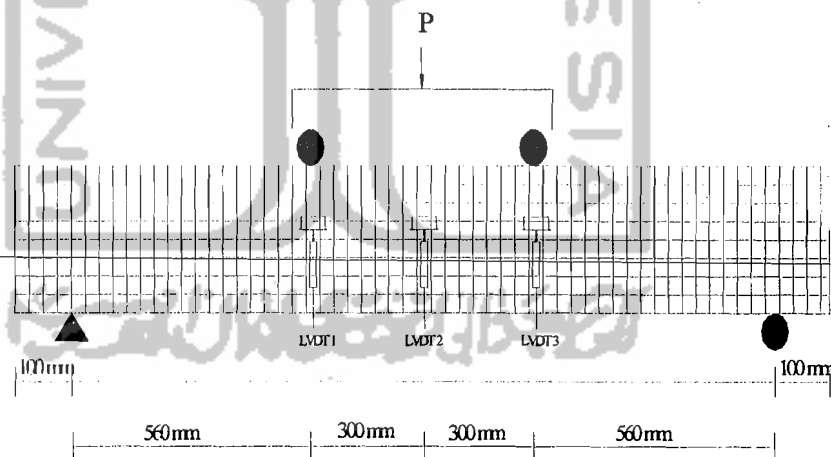
Pelaksanaan pengujian kuat lentur dan geser dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- 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. Penyetelan Pembebanan pada Balok Ferosemen

- a. Setelah balok ferosemen mencapai umur 28 hari, kemudian diangkat dan diletakkan di atas alat uji.
- b. Permukaan balok ferosemen dicat dengan kapur dan diberi garis kotak-kotak dengan menggunakan spidol untuk mengetahui penambahan, lebar, panjang retak yang terjadi.
- c. Jarak dari tepi balok ferosemen ke tumpuan adalah 100 mm baik dari kiri ataupun kanan. Jumlah titik pembebanan ada dua dengan jarak beban yang membebani dari tepi kiri dan tepi kanan adalah 700 mm dan jarak antar titik pembebanan 600 mm.
- d. Pada tengah-tengah bentang dan di bawah titik beban diletakkan LVDT seperti terlihat pada **Gambar 4.10**.



Gambar 4.10 Penyetelan pembebanan balok ferosemen

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 ferosemen yang telah diberi beban akan diperiksa kekuatannya berdasarkan alat uji dengan melihat pada seberapa kuat balok ferosemen menahan beban tersebut. Beban diberikan setiap 5 kN yang berangsur-angsur sampai beban yang menyebabkan balok ferosemen runtuh akan menjadi perhatian dalam pembebanan, karena hal tersebut merupakan data pada balok ferosemen 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 ferosemen yang telah diberi beban akan diperiksa lendutannya berdasarkan alat uji dengan melihat pada seberapa kuat balok ferosemen menahan beban. Beban diberikan setiap 5 kN kemudian berhenti untuk membaca lendutan, untuk beban berikutnya diberikan secara berangsur-angsur sampai beban yang menyebabkan balok ferosemen runtuh.

3. Retak

Bahan beton kemampuannya terbatas sehingga timbulnya retak akan menimbulkan masalah. Seperti diketahui, beton mempunyai kekuatan cukup untuk menahan gaya tekan 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 ferosemen yang telah diberi beban akan diperiksa retaknya berdasarkan alat uji dengan melihat pada seberapa kuat balok ferosemen menahan beban. Beban diberikan setiap 5 kN secara berangsur-angsur sampai balok ferosemen runtuh kemudian arah retak dilukis dengan spidol dan lebar, panjang retaknya dibaca dengan alat pemantau/pembaca retak.

4.5 Prosedur Percobaan/Kajian

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.

2. Perencanaan campuran beton.

Perencanaan campuran pada beton dibuat dengan metode DOE (*Department of Environment*), perhitungan selengkapnya pada **Lampiran C**.

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. Pematatan beton

Pematatan 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. Rawatan benda uji.

Beton memerlukan perawatan untuk menjamin terjadinya prose 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. Pengujian

Materi pengujian di laboratorium meliputi pengujian kuat tarik kawat strimin (*wire mesh*), kuat tarik tulangan baja, kuat desak beton, kuat lentur dan kuat geser. Hasil-hasil pengujian dicatat untuk kemudian diolah menjadi data, gambar dan grafik.

Pengujian kuat tarik kawat strimin (*wire mesh*) berbentuk miring tipe wajik 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, kuat tarik belah silinder beton dan kuat geser, kuat lentur balok beton dilakukan pada umur 28 hari. Prosedur atau langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Setiap benda uji diberi nama benda uji, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian benda uji.

2. Benda uji diletakkan pada mesin uji beton, kemudian diuji sampai pecah atau runtuh.
3. Setiap benda uji beton dicatat beban maksimumnya.

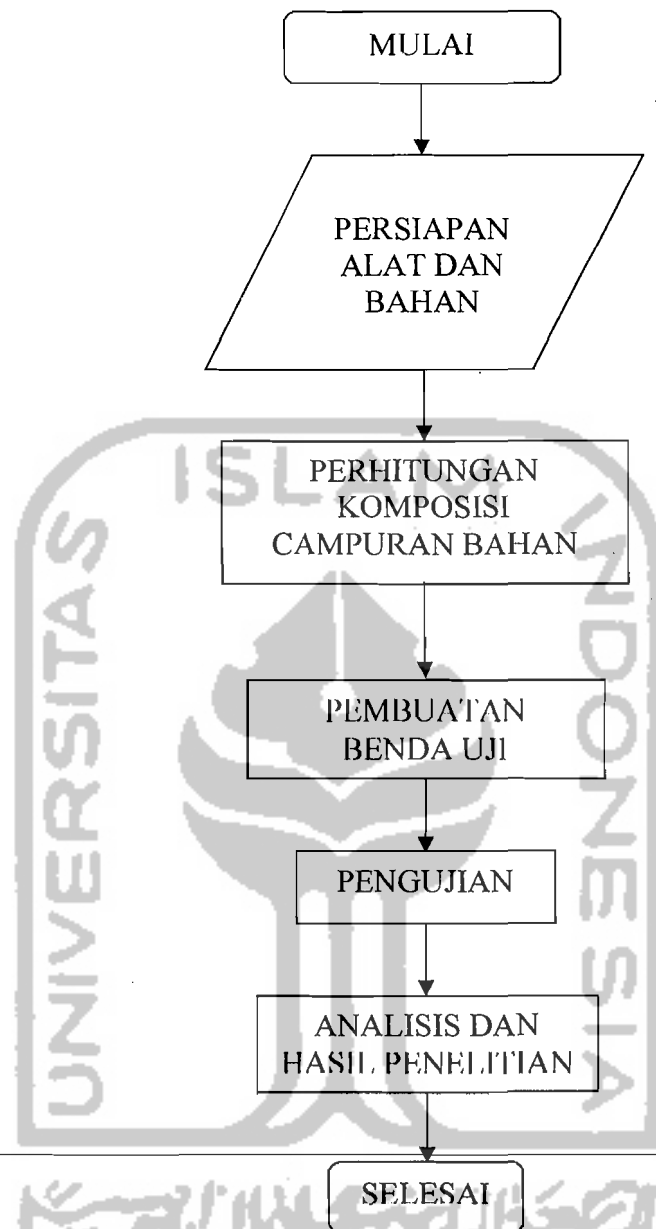
Pengujian kuat lentur dan geser balok ferosemen dilakukan pada umur 28 hari dengan langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. Balok ferosemen terlebih dahulu dilapisi kapur putih sebelum diuji sehingga pola retak yang terjadi mudah dilihat kemudian balok ferosemen diberi garis berupa kotak-kotak berukuran 5 cm pada setiap sisi kiri dan kanan.
2. Kemudian balok ferosemen diletakkan pada tumpuan sendi dan rol yang telah disiapkan.
3. Di atas balok ferosemen diberi dudukan lempengan baja untuk menyalurkan beban dari *hydraulic jack* dan *load cell* 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 saat pembebanan pada salah satu sisi balok ferosemen dipasang 3 buah LVDT.

Data yang dicatat dalam pengujian adalah sebagai berikut ini :

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

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



Gambar 4.11 Flow Chart