

BAB IV

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam pembuatan sampel penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut :

4.1 Bahan Penyusun Beton

Perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*). Sebagai penyusun beton digunakan bahan-bahan antara lain :

4.1.1 Semen

Dipakai semen portland jenis I merk Gresik. Semen dalam penelitian ini digunakan 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 keutuhan kemasan dan kehalusan butirannya.

4.1.2 Agregat

Dalam penelitian ini digunakan dua macam agregat, yaitu :

a. Agregat halus

Agregat halus 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

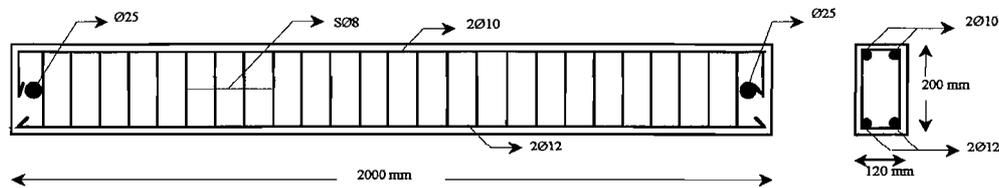
Agregat kasar adalah batuan pecah yang didatangkan dari daerah Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta. Memperhatikan ukuran penampang model, dipilih batu pecah dengan ukuran butir maksimum 30 mm. Penyelidikan batu pecah bertujuan memperoleh data tentang berat jenis dan berat volume dalam keadaan SSD. Batu pecah sebelum digunakan dicuci dahulu dan fraksi batu-batu pecah dipisahkan menggunakan ayakan.

4.1.3 Air

Dalam penelitian ini fungsi air terutama adalah untuk membuat campuran adukan beton, rawatan keras (*curing*), mencuci agregat halus dan agregat kasar. Air yang digunakan berdasarkan pengamatan secara visual tampak jernih, tidak berbau, dan tidak berwarna. Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

4.1.4 Besi tulangan beton

Dalam pembuatan sampel penelitian digunakan baja tulangan polos (BJTP) \varnothing 10 mm sebagai tulangan memanjang atas, \varnothing 12 mm sebagai tulangan memanjang bawah, dan \varnothing 8 mm untuk tulangan sengkang, sedangkan jarak sengkang yang dipakai 100 mm. Pengujian tarik baja dilakukan untuk mengetahui kuat leleh dan kuat tarik baja tulangan yang terpasang pada sampel. Tulangan benda uji ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Tulangan benda uji

4.1.5 Kawat bendrat

Kawat bendrat \varnothing 0,8 mm digunakan untuk merangkai tulangan-tulangan baja yaitu tulangan memanjang dan tulangan melintang.

4.1.6 Kayu lapis

Dalam pembuatan sampel agar didapat ukuran yang tepat dan permukaan yang rata sesuai dengan apa yang telah direncanakan digunakan cetakan dari kayu lapis dengan ketebalan 9 mm.

4.1.7 Bahan pelapis beton (*Gypsum*)

Sampel beton yang telah dicetak kemudian dilapisi dengan menggunakan pasta *gypsum*. Ketebalan lapisan *gypsum* sebesar 10 mm.

4.2 Alat yang Digunakan

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan yang akan digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun alat-alat yang dipergunakan adalah :

4.2.1 Ayakan

Ayakan digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan batu pecah. Sedangkan ukuran yang dipakai untuk memisahkan fraksi-fraksi dalam pasir adalah 4,8; 2,4; 1,2; 0,6; 0,3; 0,15 mm, batu pecah 20; 9,6; 4,8 mm.

4.2.2 Timbangan

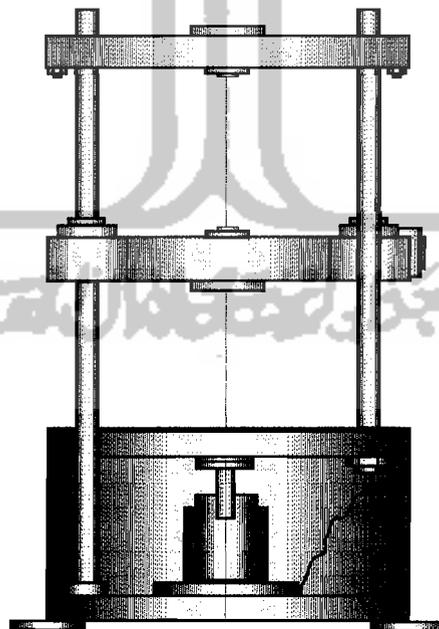
Timbangan merk Fa Gani kapasitas 500 kg digunakan untuk menimbang bahan susun campuran adukan beton (pasir, semen, kerikil). Timbangan halus merk O'house kapasitas 20 kg dan 5 kg untuk menimbang batu pecah dan pasir ketika melakukan uji berat jenis, berat volume, agregat batu pecah dan modulus halus butir pasir.

4.2.3 Mistar dan kaliper

Mistar dari logam digunakan untuk mengukur dimensi cetakan model, sedangkan kaliper untuk mengukur diameter baja tulangan.

4.2.4 Mesin uji kuat tarik

Digunakan untuk mengetahui kuat leleh dan kuat tarik baja tulangan. Pada penelitian ini digunakan *UNIVERSAL TESTING MATERIAL (UTM)* merk *SHIMATSU* type *UMH 30*, kapasitas 30 ton, seperti ditunjukkan Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Universal Testing Material Shimatzu UMH30*

4.2.5 Mesin uji kuat desak

Alat ini digunakan untuk mengetahui kuat desak silinder beton. Kapasitas mesin uji desak merk *CONTROL* yang dimiliki oleh Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Universitas Islam Indonesia adalah 2000 KN.

4.2.6 Mesin pengaduk beton

Agar diperoleh adukan bahan penyusun beton (semen, batu pecah, pasir, dan air) yang homogen digunakan mesin pengaduk beton.

4.2.7 Cetok dan talem baja

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan balok beton bertulang dan silinder beton. Talem baja digunakan sebagai penampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk beton.

4.2.8 Kerucut abrasi

Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan beton, tinggi 300 mm dengan diameter atas 100 mm dan diameter bawah 200 mm, dilengkapi dengan penumbuk besi panjang 600 mm dengan diameter 16 mm.

4.2.9 Cetakan benda uji

Cetakan benda uji dibuat dari kayu lapis dengan ketebalan 9 mm kemudian pada bagian luar dari cetakan diberi pengaku yang terbuat dari kayu reng ukuran 20x20 mm. Hal ini dimaksudkan agar dalam pembuatan sampel didapat ukuran yang tepat dan permukaan yang rata sesuai dengan apa yang telah direncanakan.

4.2.10 Tungku pembakaran

Dalam penelitian ini, pembakaran balok uji beton bertulang dilakukan pada tungku pembakaran di Laboratorium Struktur, Teknik Sipil UGM. Tungku

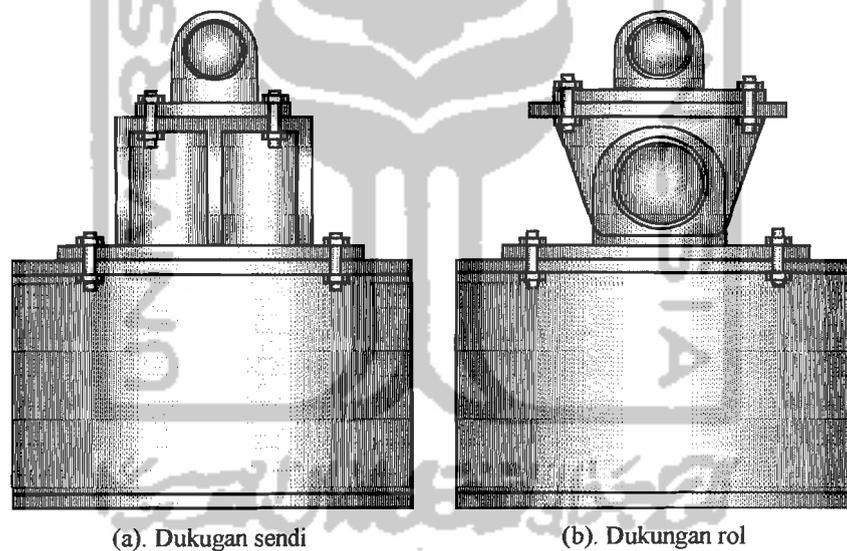
pembakaran ini dapat mencapai suhu 1200°C dan mampu menampung balok uji beton bertulang sebanyak tiga buah setiap kali pembakaran.

4.2.11 Thermokopel

Thermokopel dipakai untuk mengetahui/mengukur besar suhu didalam tungku pembakaran. Pengukuran suhu pada alat ini dapat mencapai 1600°C .

4.2.12 Dukungan sendi dan rol

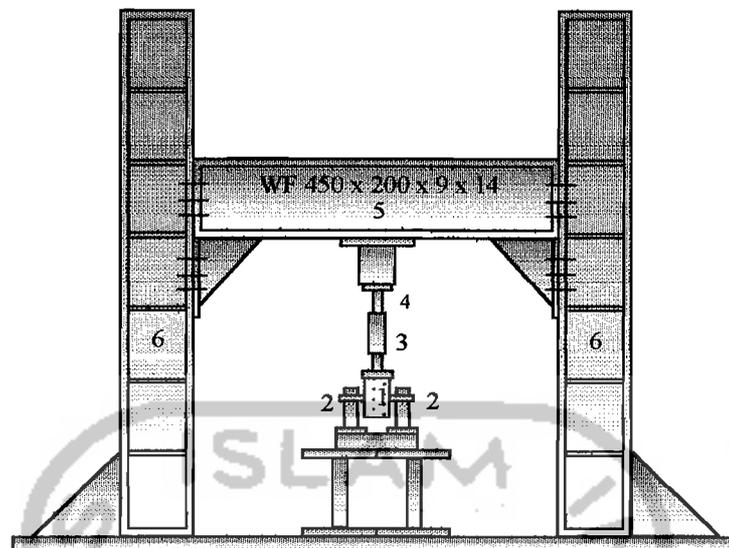
Untuk membuat model balok uji beton bertulang mendekati balok sederhana (*simple beam*), maka pada salah satu ujung model balok uji beton bertulang dipasang dukungan sendi, sedangkan pada ujung yang lain dipasang dukungan rol seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Dukungan sendi dan rol

4.2.13 Loading frame

Untuk keperluan penelitian ini telah dibuat *loading frame* dari bahan baja profil WF 450x200x9x14 mm, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Keterangan :

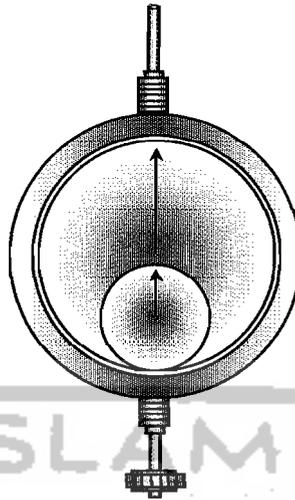
- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. Model balok | 4. Loadcell |
| 2. Dukungan | 5. Balok portal |
| 3. Hydraulic jack | 6. Kolom |

Gambar 4.4 Bentuk fisik *loading frame*

Bentuk dasar *loading frame* berupa portal segi empat yang berdiri di atas lantai beton (*rigid floor*) dengan perantara pelat dasar dari besi setebal 14 mm. Agar *loading frame* tetap stabil, pelat dasar dibaut kelantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450x200x9x14 mm. Posisi balok portal dapat diatur untuk menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran model benda uji yang akan diuji dengan cara melepas sambungan baut.

4.2.14 Dial gauge

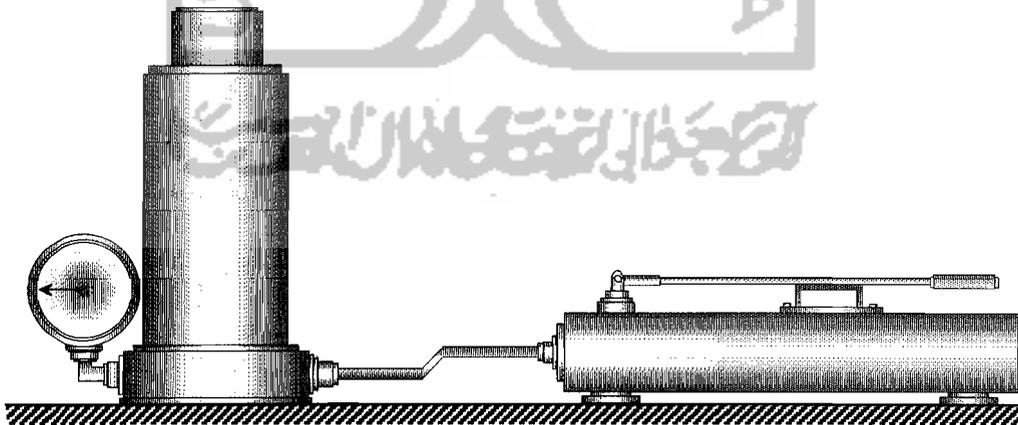
Alat ini digunakan untuk mengukur besar lendutan yang terjadi. Untuk penelitian skala penuh digunakan *dial gauge* dengan kapasitas lendutan maksimum 50 mm dengan ketelitian alat 0,01 mm. Pada pengujian balok kecil dipakai *dial gauge* dengan kapasitas lendutan maksimum 20 mm dengan ketelitian alat 0,01 mm. Bentuk fisik dari *dial gauge* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Dial gauge*

4.2.15 *Hydraulic jack*

Alat ini dipakai untuk memberikan pembebanan pada pengujian lentur balok skala penuh. Dalam penelitian ini digunakan *hydraulic jack* dengan kapasitas maksimum yang dimiliki adalah 25 ton dengan ketelitian pembacaan sebesar 0,5 ton. Bentuk fisik dari *hydraulic jack* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Hydraulic jack*

4.3 Pelaksanaan Penelitian

4.3.1 Persiapan bahan

Pekerjaan persiapan meliputi : uji sifat-sifat teknis bahan susun beton (pasir, agregat dan semen), perancangan adukan beton, uji kuat desak silinder beton, uji kuat tarik baja tulangan, kalibrasi peralatan, *set-up instrument* pengujian dan uji pendahuluan. Sedangkan uji sifat-sifat teknis bahan susun beton dan uji pendahuluan yang perlu dilakukan antara lain :

a. Uji pasir

Uji pasir bertujuan memperoleh berat jenis keadaan SSD dan modulus kehalusan butir. Didapat berat jenis SSD 2,712 dan modulus kehalusan butir 2,36.

b. Uji batu pecah

Uji batu pecah bertujuan mendapatkan berat jenis dan berat volume batu pecah keadaan SSD. Didapat berat jenis SSD 2,6236 dan berat volume SSD 1,547865 ton/m³.

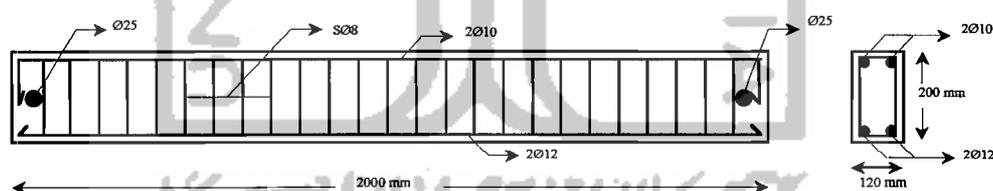
c. Perencanaan campuran adukan beton

Perencanaan campuran adukan beton yang dipakai menggunakan metoda *American Concrete Institute (ACI)*, hitungannya disajikan dalam lampiran 3. Untuk setiap satu sampel balok beton bertulang (120x200x2000) mm dan dua buah silinder beton (150x300) mm dengan kuat desak rencana 20 Mpa diperlukan bahan penyusun beton sebagai berikut : semen 19,751 kg, pasir 44,005 kg, kerikil 60,812 kg dan air 10,925 lt.

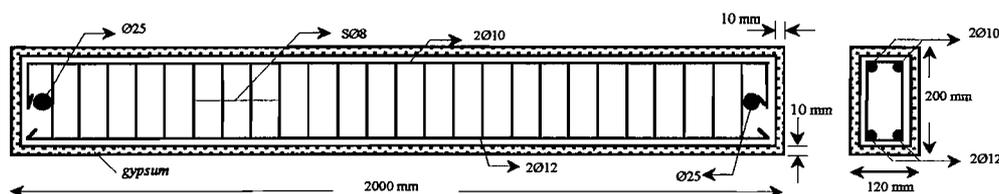
4.3.2 Pembuatan sampel

Adapun tahap-tahap pembuatan sampel yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Membuat 6 buah balok beton bertulang dengan selimut semen ukuran (120x200x2000) mm seperti terlihat pada Gambar 4.7 dan 3 buah balok beton bertulang dengan selimut *gypsum* ukuran (120x200x2000) mm seperti terlihat pada Gambar 4.8. Rawatan keras (*curing*) terhadap balok uji beton bertulang dilaksanakan dengan menyelimuti balok uji beton bertulang dengan karung basah yang disiram air setiap hari. Dengan cara ini diharapkan proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan baik. Setelah balok uji beton bertulang berumur 28 hari baru dilakukan penelitian, yaitu : pembakaran dan uji lentur dengan beban statis bertahap (*monotonic*).
2. Dibuat 2 buah silinder beton dari setiap pencetakan balok beton bertulang, dengan tujuan memperoleh kuat desak pada setiap balok beton bertulang.



Gambar 4.7 Model balok beton bertulang dengan selimut semen



Gambar 4.8 Model balok beton bertulang dengan selimut *gypsum*

4.3.3 Perawatan

Perawatan balok uji beton bertulang adalah suatu usaha menjaga permukaan beton segar dan selalu lembab, sejak beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras pada umur yang direncanakan. Kelembaban permukaan beton harus dijaga dengan baik untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Bila hal tersebut tidak dilakukan nantinya akan didapatkan beton yang kurang kuat dan timbul retak-retak. Kelembaban permukaan beton juga dimaksudkan agar lebih tahan terhadap cuaca dan lebih kedap air.

Perawatan balok uji beton bertulang dilakukan dengan cara menyelimuti balok beton bertulang dengan karung basah yang disiram air setiap hari selama umur beton yang direncanakan.

4.3.4 Pelapisan *gypsum*

Proses pelapisan *gypsum* pada balok uji beton bertulang dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari atau lebih. Tebal selimut *gypsum* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 mm. Adapun beberapa langkah yang dilakukan dalam proses pelapisan ini adalah sebagai berikut :

1. Agar antara balok beton bertulang dengan *gypsum* terjadi ikatan yang baik, terlebih dahulu dilakukan pencampuran *gypsum* dengan alkasit hingga rata.
2. Pembuatan pasta *gypsum* dilakukan dengan mencampurkan adukan *gypsum* dengan alkasit kedalam air sampai mendapatkan kekentalan yang diinginkan.
3. Proses pelapisan pasta *gypsum* pada balok beton bertulang dilakukan selapis demi selapis sampai ketebalan 10 mm.

4. Untuk memperoleh tingkat kekerasan *gypsum* yang diinginkan, balok uji beton bertulang dengan selimut *gypsum* tersebut didiamkan selama 3 hari atau lebih.
5. Setelah selimut *gypsum* pada balok uji beton bertulang mengeras selanjutnya dapat dilakukan proses pembakaran.

4.3.5 Pembakaran sampel

Dalam penelitian ini pembakaran balok uji beton bertulang dilakukan dengan menggunakan tungku bakar yang bisa mencapai suhu 1200°C.

Penggunaan tungku bakar ini dimaksudkan untuk mendekati kebakaran secara nyata yang terjadi pada kasus di lapangan. Hal tersebut tidak seperti pembakaran dengan menggunakan oven, dimana hanya terjadi perambatan panas. Pendeteksian suhu pada pembakaran ini menggunakan termokopel dan pengendalian suhu menggunakan kran yang dihubungkan menggunakan selang ke tungku bakar.

Pembakaran sampel dilaksanakan setelah balok beton berumur 28 hari atau lebih. Pembakaran dilakukan dengan suhu 600°C, sampel yang dibakar sebanyak 6 buah dengan rincian 3 buah sampel balok beton bertulang dengan selimut semen dan 3 buah sampel balok beton bertulang dengan selimut *gypsum*. Lama pembakaran adalah 3 jam yang dihitung apabila suhu yang diinginkan telah tercapai. Pembakaran dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

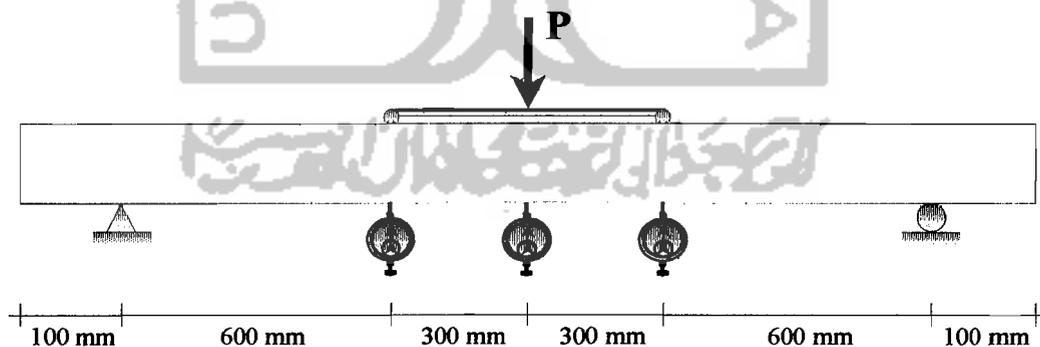
4.3.6 Pengujian sampel

Pengujian sampel dilaksanakan setelah balok uji beton bertulang berumur 28 hari atau lebih. Hal ini dikarenakan pada umur 28 hari atau lebih kuat tekan

beton cenderung stabil, sehingga pengujian balok beton bertulang dapat dilakukan setelah balok uji beton bertulang mengalami perawatan selama 28 hari atau lebih.

Adapun tahap-tahap pengujian sampel yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Menguji kuat tekan beton dengan cara uji desak silinder beton.
- b. Menguji kuat tarik baja tulangan yang dipakai pada model balok uji beton bertulang, dengan tujuan untuk mengetahui kuat leleh dan kuat tarik baja tulangan.
- c. Pengujian balok beton bertulang dengan beban statis 2 titik secara bertahap (monotonic), bertujuan untuk memperoleh kerusakan sampel, dikerjakan bertahap dari nol sampai terjadi retak pertama dengan penambahan beban 200 kg. Besarnya lendutan yang terjadi pada balok beton bertulang dapat diketahui dengan menggunakan alat *dial gauge* seperti terlihat pada Gambar 4.9. Pencatatan hasil pengujian yang berupa lendutan balok dilakukan setiap penambahan beban.



Gambar 4.9 Metode pembebanan