

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai “Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Transversal pada Dinding Geser Terhadap Kekakuan dan Daktilitas dengan Pembebanan Siklik dan Aksial” ini termasuk dalam penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium. Pembuatan benda uji serta pengujian semi siklik dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi dan Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya, Malang pada bulan agustus 2016 sampai november 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Peralatan

a. Alat Pemotong Tulangan

Digunakan untuk memotong baja tulangan polos sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan pondasi dan dinding geser.

b. Alat Pembengkok Tulangan

Digunakan untuk membengkokkan tulangan baja sesuai dengan bentuk detail yang dibutuhkan pondasi dan dinding geser.

c. Alat Uji Tarik Baja

Digunakan untuk uji tarik baja tulangan.

d. Alat *Slump Test*

Digunakan untuk pengujian nilai *slump* dan adukan beton sehingga mutu serta faktor air semen dapat dikontrol.

e. *Vibrator*

Digunakan untuk memadatkan beton setelah dituang kedalam pondasi dan dinding geser sehingga adukan beton rata pada setiap sisi.

f. Timbangan

Digunakan untuk menimbang air, pasir, kerikil, semen dan berat silinder sebelum dilakukan test uji tekan dan siklik pada benda uji.

g. Cetakan Baja

Merupakan cetakan silinder beton diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk mencetak sample uji tekan beton.

h. *Compression Testing Machine*

Digunakan untuk melakukan uji kuat tekan silinder beton pada 28 hari.

i. *Loading Frame*

Digunakan untuk menopang benda uji kolom dan beban saat uji siklik dilakukan serta merupakan frame konstruksi baja WF dengan kapasitas beban 7 ton.

j. *Hydraulic Jack*

Digunakan untuk memberikan beban aksial dan lateral ke benda uji dinding geser beton bertulang. *Hydraulic Jack* yang digunakan sebanyak 3 unit.

k. *Load cell*

Digunakan untuk membaca beban dari *hydraulic jack* sehingga hasil pembebanan dapat terbaca sesuai dengan tahap pembebanan yang direncanakan. Pada praktikum digunakan 3 *load cell*.

l. *Linear Variable Displacement Transducer (LVDT)*

Digunakan untuk mengukur *displacement* pada spesimen dinding geser dengan jumlah 5 buah.

m. *Dial Gauge*

Digunakan untuk mengukur besarnya deformasi yang terjadi pada dinding geser dengan jumlah 4 buah.

n. Alat Tulis dan Mistar

Digunakan untuk membuat kotak-kotak di permukaan kolom beton bertulang dengan ukuran 5 cm x 5 cm untuk menandai retak yang terjadi, sehingga dapat terlihat pola retaknya.

o. *Handycam* dan Kamera

Digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan selama penelitian dan gambar-gambar yang diperlukan.

p. Alat Pendukung Lain

Digunakan untuk membantu pelaksanaan penelitian seperti cetok, cangkul, mini crane, mixer, tali dan ember.

2. Bahan

a. Beton.

Beton yang digunakan dalam penelitian ini direncanakan dengan $f'c = 17,8$ Mpa pada 14 hari, atau $f'c = 20$ Mpa pada 28 hari.

b. Besi Tulangan.

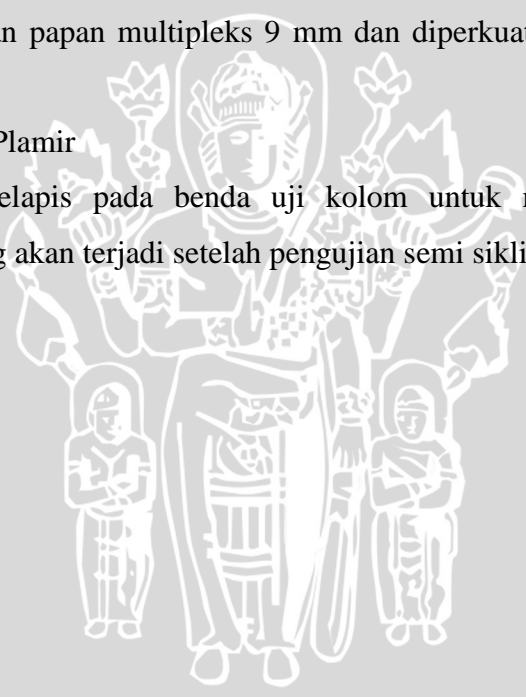
Baja tulangan longitudinal yang digunakan dalam penelitian adalah tulangan polos $\varnothing 8$ sebanyak 16 tulangan pokok untuk masing-masing benda uji dinding geser, sedangkan tulangan sengkang menggunakan tulangan polos $\varnothing 8$ dengan konfigurasi tanpa variasi. Untuk pondasi digunakan juga tulangan $\varnothing 8$. Sebelum digunakan, dilakukan uji kuat tarik pada baja tulangan. Kawat bendrat digunakan sebagai pengikat antara tulangan dengan sengkang agar kedudukan tulangan tidak berubah.

c. Bekisting

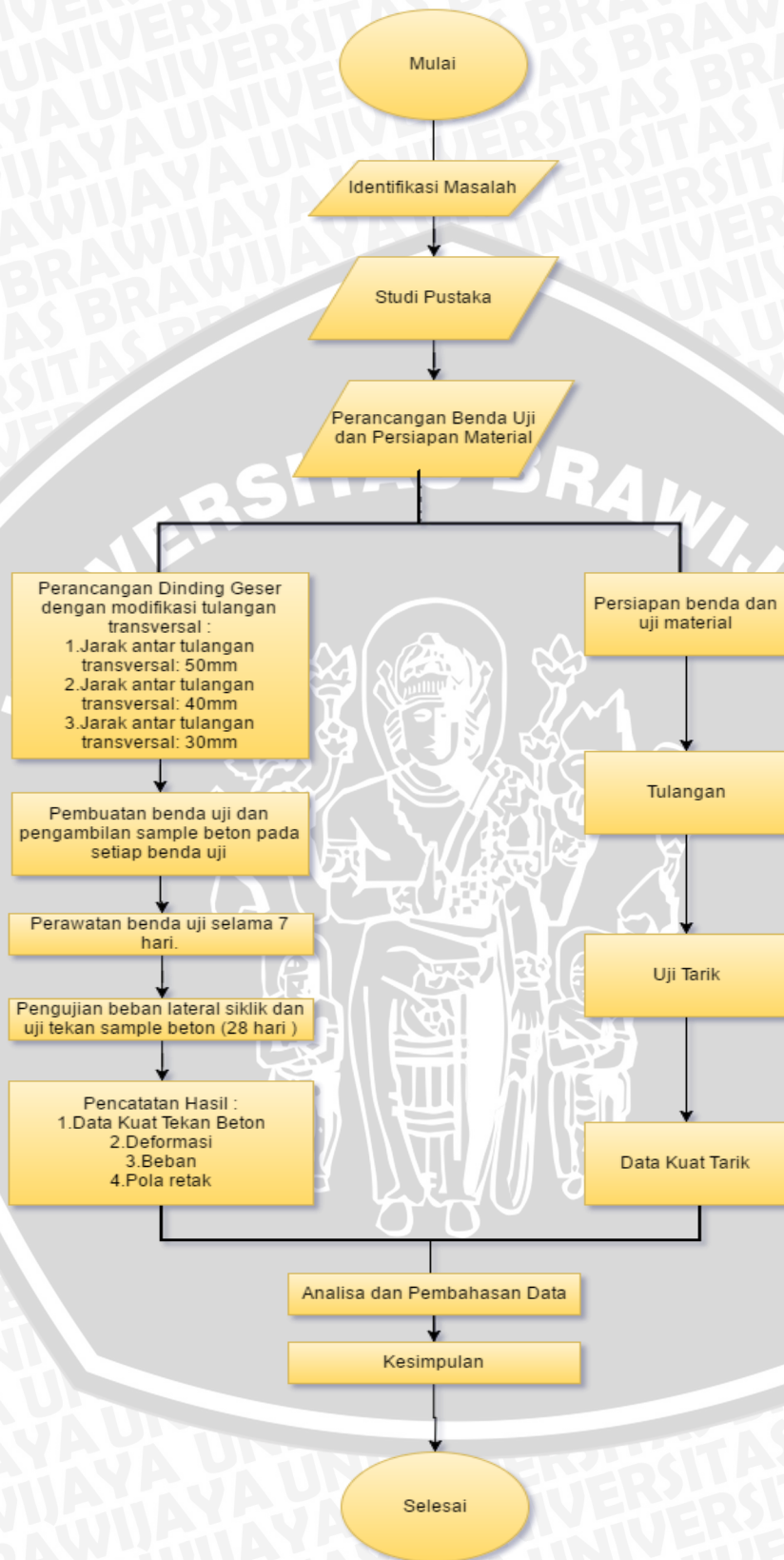
Bekisting menggunakan papan multipleks 9 mm dan diperkuat dengan balok kayu 3x5cm.

d. Cat Tembok Putih atau Plamir

Digunakan sebagai pelapis pada benda uji kolom untuk memudahkan dalam pengamatan pola retak yang akan terjadi setelah pengujian semi siklik dilakukan.



3.3 Tahapan Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Sumber : Data pengujian

3.4 Rancangan Penelitian

3.4.1 Campuran Beton

Beton direncanakan dengan kuat tekan beton persegi rata-rata $f'c$ sebesar 20 MPa.

3.4.2 Jumlah Benda Uji

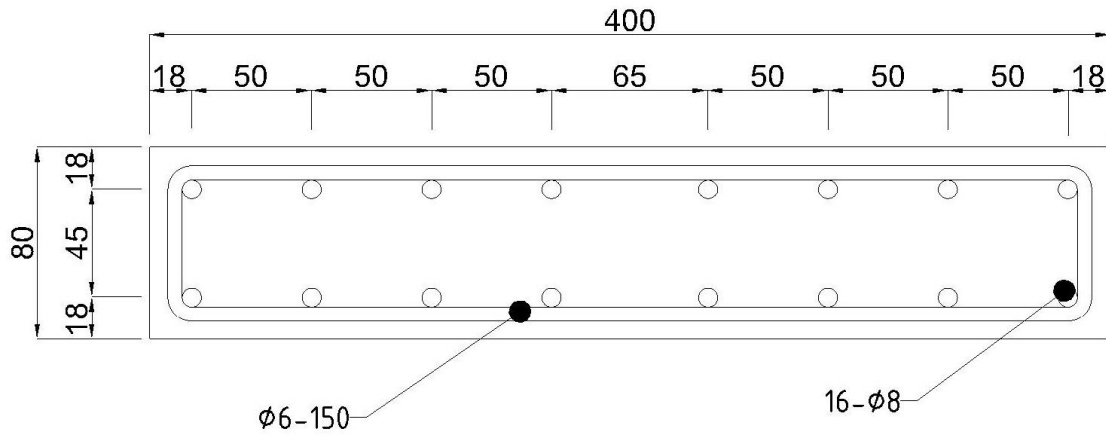
Jumlah benda uji dalam penelitian ini adalah 4 (empat) buah yang terdiri dari :

1. Dinding geser dengan dimensi 80 mm x 400 mm, tinggi 800 mm. Memakai tulangan sengkang $\varnothing 8$ -150 mm dengan variasi rapat ujung tulangan longitudinal $\varnothing 8$ -50 mm dengan jarak tengah tulangan vertikal 65 mm.
2. Dinding geser dengan dimensi 80 mm x 400 mm, tinggi 800 mm. Memakai tulangan sengkang $\varnothing 8$ -150 mm dengan variasi rapat ujung tulangan longitudinal $\varnothing 8$ -40 mm dengan jarak tengah tulangan vertikal 105 mm.
3. Dinding geser dengan dimensi 80 mm x 400 mm, tinggi 800 mm. Memakai tulangan sengkang $\varnothing 8$ -150 mm dengan variasi rapat ujung tulangan longitudinal $\varnothing 8$ -30 mm dengan jarak tengah tulangan vertikal 165 mm.

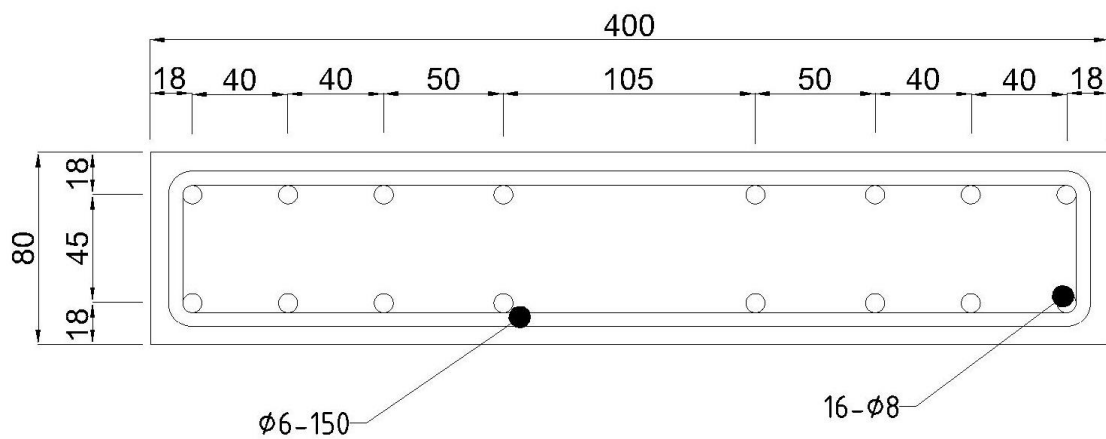
Tabel 3. 1 Spesifikasi Benda Uji Dinding Geser

Nama Kolom	Dimensi Dinding Geser (mm)	Tinggi Dinding Geser (mm)	Aspek Ratio	P_v (%)	P_h (%)	Tulangan Sengkang	Tulangan Longitudinal	Variasi Kerapatan ujung sengkang (mm)	n (%)	F_c (Mpa)
SW-50 (65 mm)	80 x 400	800	2	2,44	5,54	$\varnothing 8$ -150 mm	16- $\varnothing 8$	50-50	5	20
SW-40 (105mm)	80 x 400	800	2	2,44	5,54	$\varnothing 8$ -150 mm	16- $\varnothing 8$	50-40	5	20
SW-30 (165mm)	80 x 400	800	2	2,44	5,54	$\varnothing 8$ -150 mm	16- $\varnothing 8$	40-30	5	20

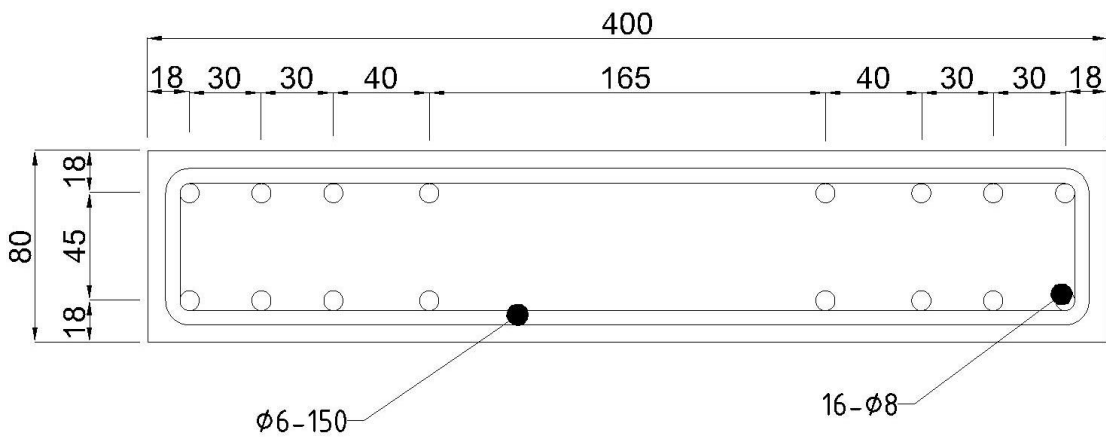
Sumber : Data pengujian



(a)



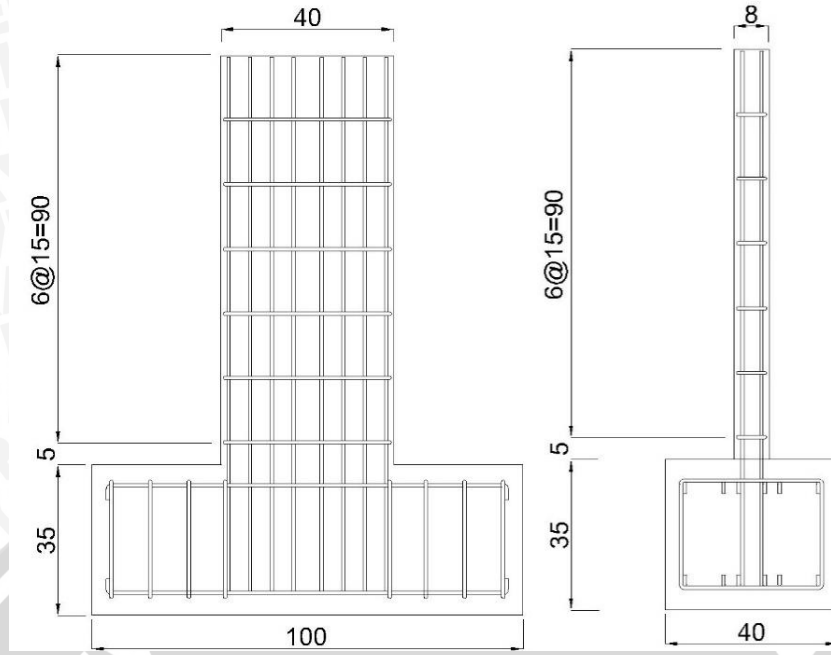
(b)



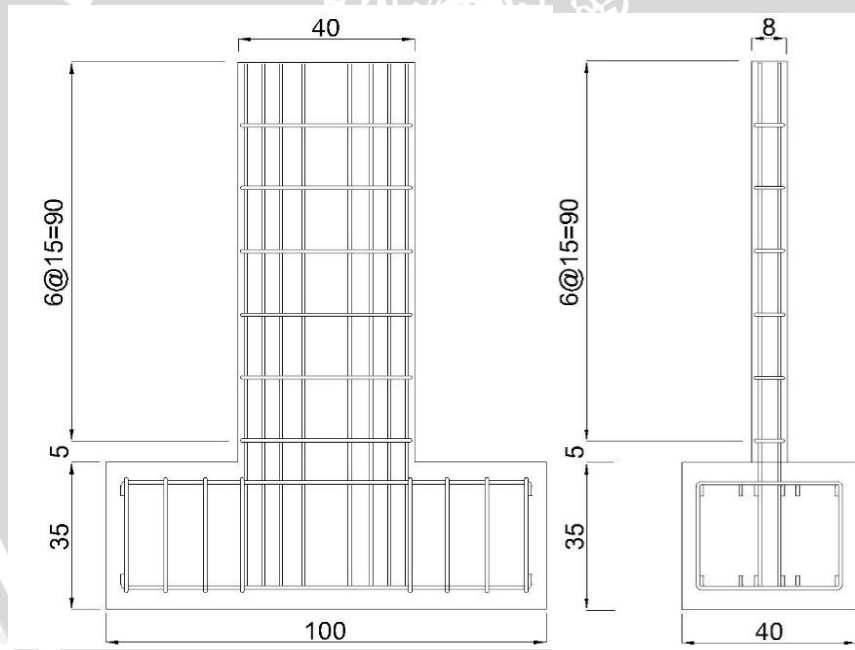
(c)

Gambar 3. 2 (a) Benda uji SW-50 (65 mm) dan SW-50 (65 mm)C; (b) Benda Uji SW-40 (105mm); (c) Benda Uji SW-30 (165mm)

Sumber : Data pengujian

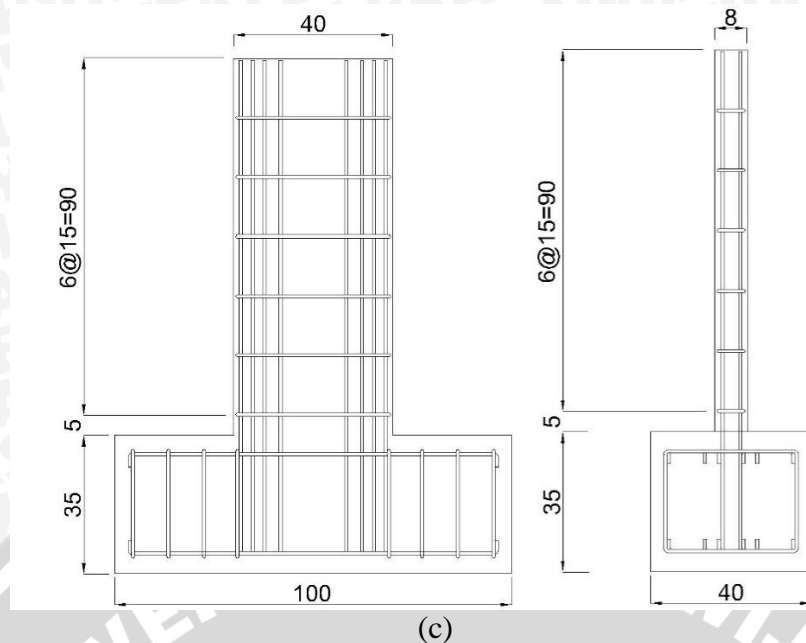


(a)



(b)





Gambar 3. 3 Letak sengkang dan bentuk 3D (a) Benda uji SW-50 (65 mm) dan SW-50 (65 mm)C; (b) Benda Uji SW-40 (105mm); (c) Benda Uji SW-30 (165mm)

Sumber : Data pengujian

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan berupa pengadaan bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan cetakan / bekisting, pengadaan tulangan baja untuk pembuatan tulangan dinding geser maupun pondasi, pengadaan material beton dengan $f'c = 17,8$ MPa pada 14 hari atau $f'c = 20$ MPa pada 28 hari serta persiapan untuk *setting up* frame baja dan alat pengujian siklik. Persiapan dilanjutkan dengan pengujian tahap awal lainnya, yaitu pengujian tarik baja dan uji tekan silinder beton.

3.5.2 Uji Tarik Baja Tulangan

Pengujian tarik dilakukan pada tulangan baja yang dipakai untuk tulangan transversal dan horizontal pada spesimen yang diambil secara acak sehingga diharapkan dapat mewakili tegangan tarik pada tulangan spesimen. Untuk tulangan longitudinal polos $\varnothing 8$ disiapkan 3 batang tulangan masing-masing sepanjang 20 cm. Dikarenakan tulangan transversal dan horizontal mempunyai diameter yang sama maka cukup diambil 3 batang untuk mewakili specimen. Nilai yang diperoleh merupakan rerata dari ketiga sampel tulangan yang diuji.

3.5.3 Uji Tekan Silinder Beton

Digunakan cetakan baja silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Untuk masing-masing benda uji diambil sampel sebanyak 3 silinder. Setelah berusia 1 hari dan telah

kering, cetakan baja dibuka, kemudian silinder langsung diselimuti dengan karung goni yang direndam dengan air. Pada hari pengujian silinder beton dicaping dulu dengan sulfur cair sehingga permukaan beton rata. Pengujian tekan dilakukan pada umur beton ke 28 hari.

3.5.4 Pembuatan Model Dinding Geser

1. Penulangan

Untuk model 1 dan 2 penulangan longitudinal kolom digunakan 16-Ø8 yang dipasang rapat pada kedua sisi dinding geser dengan jarak 50 mm. Tulangan sengkang Ø8-150 digunakan untuk mengikat tulangan longitudinal dan diikat dengan kawat bendrat. Untuk model 3 penulangan longitudinal kolom digunakan 16-Ø8 yang dipasang rapat pada kedua sisi dinding geser dengan jarak 50-40 mm. Tulangan sengkang Ø8-150 dipasang dua buah digunakan untuk mengikat tulangan longitudinal dan diikat dengan kawat bendrat. Untuk model 4 penulangan longitudinal kolom digunakan 16-Ø8 yang dipasang rapat pada kedua sisi dinding geser dengan jarak 40-30 mm. Tulangan sengkang Ø8-150 dipasang dua buah digunakan untuk mengikat tulangan longitudinal dan diikat dengan kawat bendrat

2. Uji Slump

Bersamaan dengan pengecoran, dilakukan juga pengujian kelecakan (*slump test*) yang bertujuan untuk mengetahui nilai *slump* beton. Uji *slump* dilakukan pada akhir pengecoran, dengan tujuan untuk mendapatkan nilai *slump* yang diukur dari tinggi permukaan alat sampai tinggi permukaan beton jatuh.

3. Pengecoran dan Masa *Curing*

Pengecoran dilakukan dalam ruangan. Bekisting dikondisikan tidak berubah posisi sampai beton benar-benar kering. Untuk pemadatan, digunakan *vibrator*. Selama masa *curing*, permukaan beton senantiasa ditutup karung basah untuk menjaga beton selalu dalam kondisi lembab. Karena kapasitas molen yang terbatas, setiap benda uji diisi dengan 3 adukan molen.

Untuk melihat pola retak, kolom beton diberi pewarna putih menggunakan cat tembok atau plamir sehingga pola retak yang terjadi dapat dilihat dengan jelas serta dapat diberi tanda. Untuk memudahkan pengamatan, dibuat garis kotak-kotak di permukaan dinding geser dengan ukuran 5 cm x 5 cm untuk menandai retak yang terjadi sehingga dapat terlihat pola retaknya.

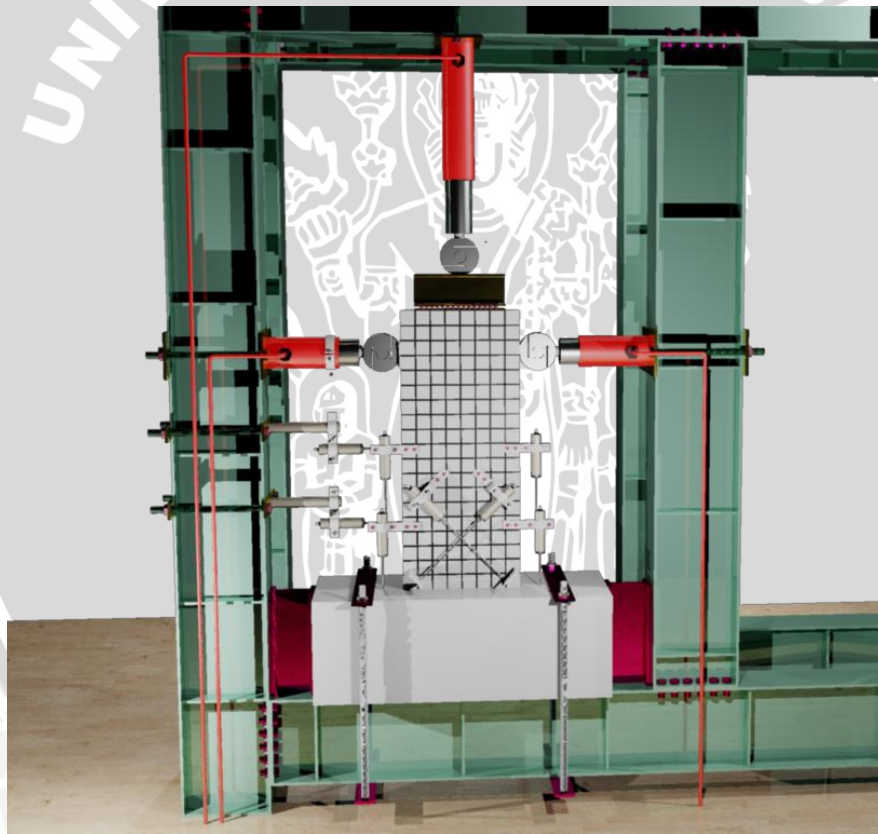
3.5.5 Setting Up

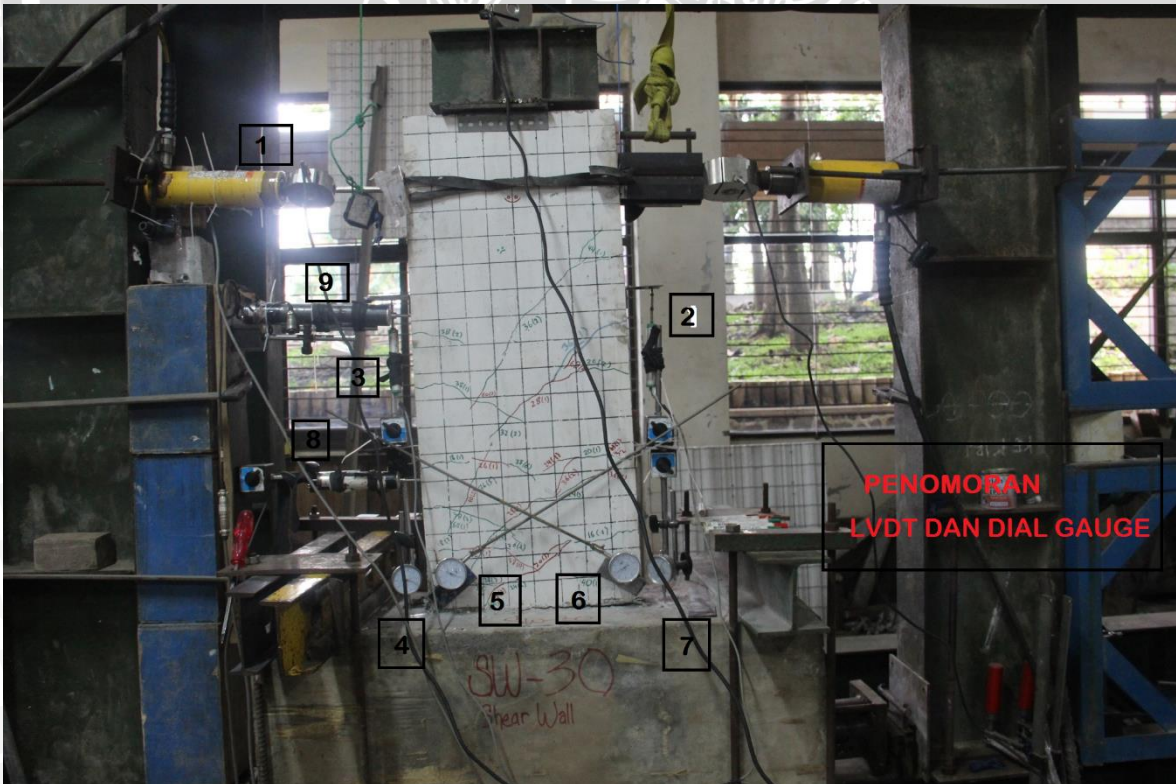
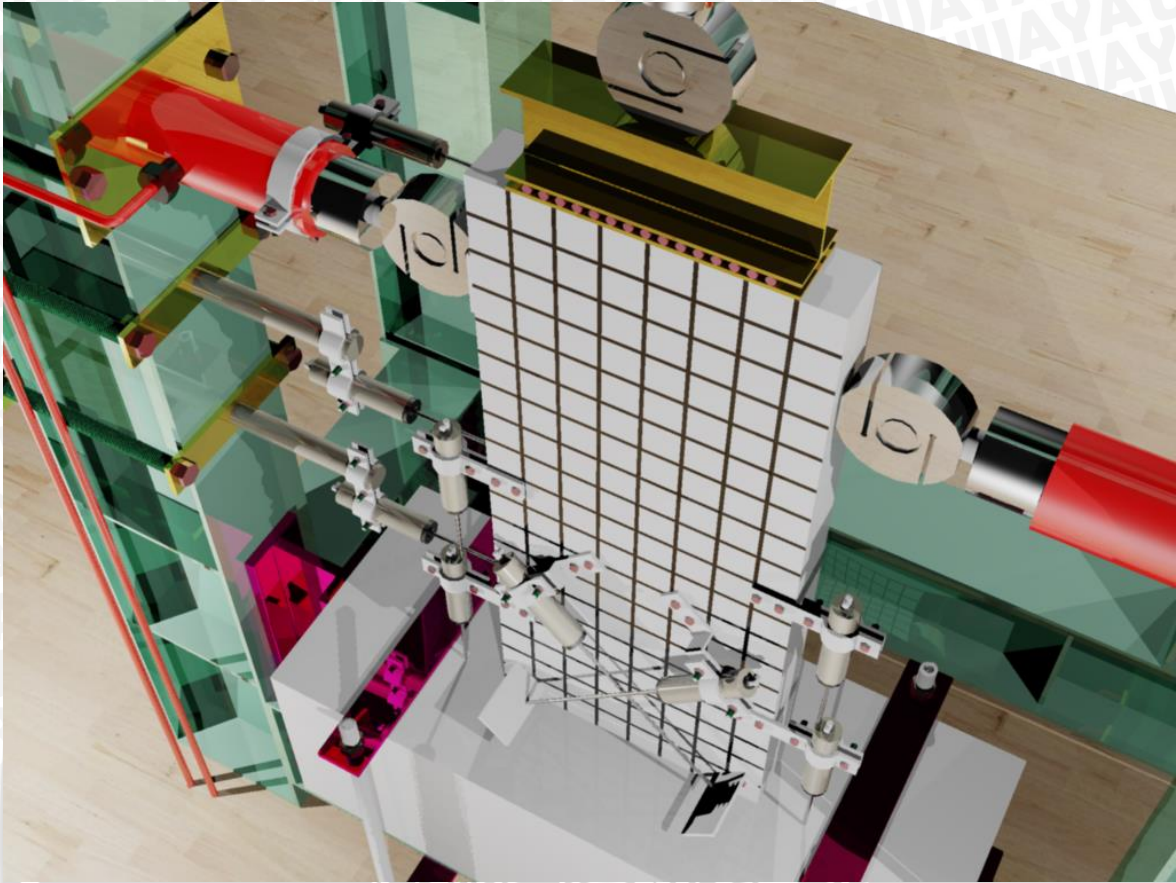
Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan menempatkan benda uji dinding geser berdiri tegak pada rangka baja (*loading frame*).

Peralatan utama yang digunakan dalam pengujian adalah 3 buah *load cell*, 3 buah *hydraulic jack*, dan 5 buah LVDT dan 4 buah *Dial gauge*. *Load cell* digunakan sebanyak tiga buah, dimana dua buah diletakkan pada bagian kanan dan kiri kepala dinding geser yang berfungsi sebagai pembaca beban lateral atau beban siklik, sedangkan satu buah diletakkan di atas kepala dinding geser yang berfungsi sebagai pembaca beban aksial.

Displacement beton diperoleh dari 5 buah LVDT dan 4 buah *Dial Gauge*, yang digunakan untuk menghitung:

- Perpindahan lateral total (LVDT 1-3)
- Perpindahan lentur (LVDT 2, 3, 4 dan 7)
- Perpindahan geser (LVDT 1, 8 dan 9)





Gambar 3. 4 Skema Pengujian Semi Siklik dan Penomoran alat
Sumber : Data pengujian

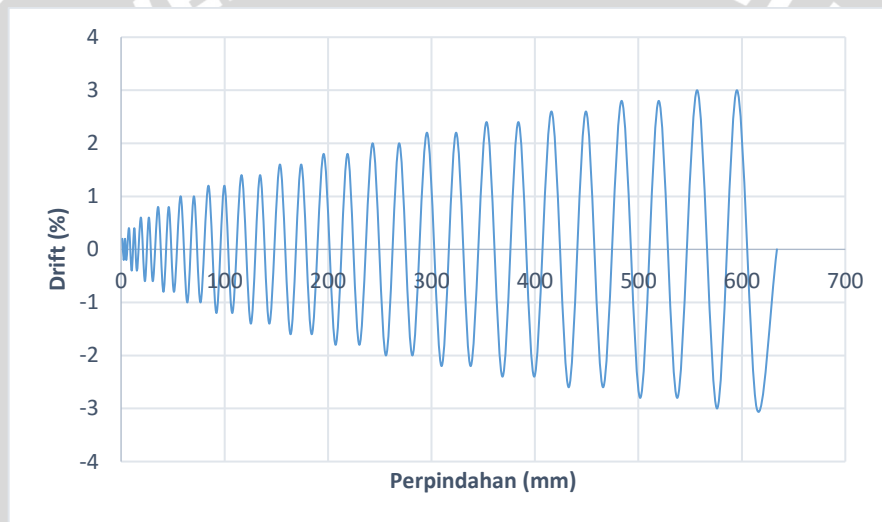
3.5.6 Beban Rencana

Beban aksial yang digunakan adalah 5% dari beban aksial ultimit. Sedangkan beban lateral maksimum yang digunakan didapat dari nilai $Mu/0,64$.

3.5.7 Pelaksanaan Pengujian Siklik

Pengujian spesimen dilakukan setelah benda uji dinding geser berumur di atas 28 hari. Hal ini terkait dengan kesiapan alat pengujian yang akan digunakan. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji dinding geser diberi beban kecil untuk mengontrol bahwa *dial gauge* dan *load cell* yang akan digunakan berfungsi seperti yang direncanakan.

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban aksial sebesar 5% dari beban aksial ultimit yang bernilai tetap selama pengujian dilakukan dan beban lateral yang dikenakan sesuai dengan siklus lateral *drift* tanpa melebihi beban lateral maksimum yang diijinkan, yaitu $Mu/0,64$.



Gambar 3. 5 Siklus Pembebanan Lateral berdasarkan *Drift*
Sumber : Data pengujian

Pembacaan beban dan perpindahan dilakukan secara bertahap, mulai pembebanan nol sampai terjadi kegagalan dinding geser dengan asumsi keadaan ultimit dicapai ketika terjadi penurunan beban 20% dari beban lateral maksimum. Sedangkan besarnya tahap pembacaan beban pada tiap-tiap pembebanan (*loading step*) disesuaikan dengan akurasi dan jumlah data yang diinginkan, dimana dalam hal ini digunakan 4 titik untuk membentuk bunga siklik pada masing-masing siklusnya.

Selama pengujian, seluruh data dicatat dan direkam untuk dilakukan analisa. Termasuk di dalamnya adalah fenomena yang terjadi selama pengujian seperti retak awal, leleh tulangan longitudinal, perpanjangan retak, *spalling*, dan beban untuk setiap perpindahan.

3.6 Variabel Penelitian

Variabel yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas (*independent variable*), adalah variabel yang perubahannya bebas ditentukan peneliti. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah jarak antar tulangan longitudinal (s).
2. Variabel Terikat (*dependent variable*), adalah variabel yang tergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah momen kapasitas, pola retak, daktilitas dan kekakuan.

3.7 Data Pengamatan

Pada penelitian ini dilakukan pembacaan data, yang meliputi pembacaan data kuat tarik baja, kuat tekan silinder beton, dan data beban *displacement* pada saat pengujian siklik benda uji dinding geser. Penelitian ini juga melakukan pengamatan perambatan retak, baik mengenai retak awal, lokasi, ukuran, dan juga *spalling* yang terjadi.

1. Data Uji Tarik Baja

Pengujian tarik baja dilakukan untuk baja tulangan yang digunakan sebagai tulangan transversal dan tulangan horizontal. Pengujian tarik baja tulangan memberikan data tegangan, regangan, dan modulus elastisitas bahan dari baja tulangan yang digunakan pada benda uji dinding geser.

2. Data Kuat Tekan Beton

Data ini diperoleh dari pengujian kuat tekan silinder beton pada saat silinder beton setelah berumur 28 hari sebagai control mutu beton.

3. Data *Lateral Load-Displacement*

Pada saat pengujian benda uji dinding geser berlangsung, dilakukan pengamatan dan pembacaan beban lateral dan perpindahan yang terjadi. Data beban diperoleh dari *load cell*, sedangkan data perpindahan diperoleh dari LVDT.

4. Data Pengamatan Retak

Data ini diperoleh dengan mencatat beban retak awal, lokasi, dan ukuran retak. Data pola retak digambarkan dengan cara membagi permukaan dinding geser menjadi grid dengan ukuran kotak 50 mm x 50 mm.

3.8 Analisis Hasil

Dalam penelitian ini akan dianalisis hasil yang meliputi :

1. Kuat Tarik Baja Tulangan

Untuk mendapatkan tegangan leleh baja adalah dengan membagi beban saat leleh terhadap luas penampang aja tulangan, begitu juga untuk tegangan ultimit. Sedangkan untuk regangan baja diperoleh dengan membagi pertambahan panjang yang dihasilkan terhadap panjang awal tulangan baja. Modulus elastisitas diperoleh dengan membagi tegangan terhadap regangan yang terjadi.

2. Kuat Tekan Beton

Untuk mendapatkan kuat tekan beton, diperoleh dengan membagi beban maksimum terhadap luas penampang silinder beton, serta ditentukan juga standar deviasi yang terjadi.

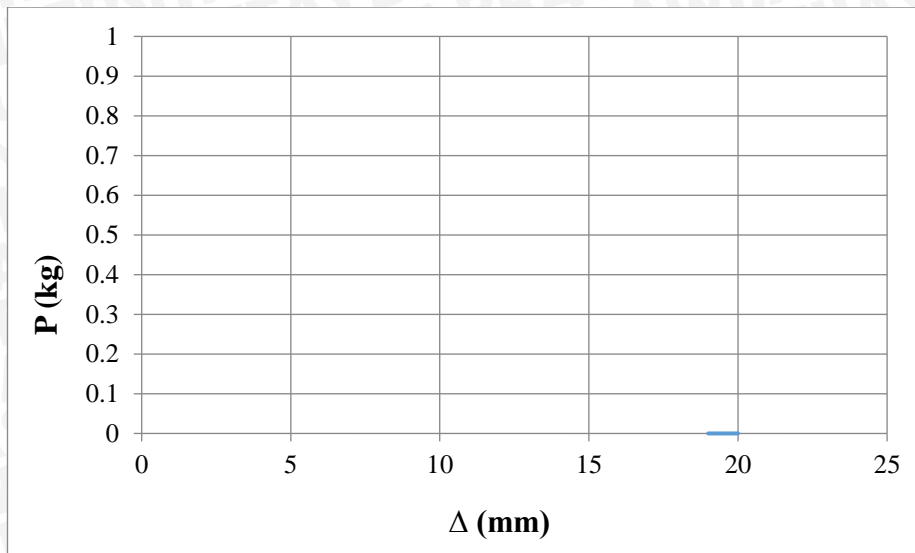
3. Beban lateral, perpindahan, dan kekakuan.

Pencatatan beban lateral dan perpindahan dinding geser saat pengujian diperlukan untuk dibuatkan grafik beban-perpindahan. Untuk pola retak diamati pola retak, letak retak, serta lebar dan panjang retak, sehingga diketahui keruntuhan yang mendominasi kegagalan dinding geser.

Tabel 3. 2 Form Data Hasil Pengujian Beban dengan Deformasi

Drift (%)	Δ_{tot} mm	P kg	Δ_2 mm	Δ_3 mm	Δ_4 mm	Δ_5 mm	Δ_6 mm	Δ_7 mm	Δ_8 mm	Δ_9 mm
0	0									
0,2	1,28									
-0,2	1,28									
0,2	1,28									
-0,2	1,28									
0,4	2,56									
-0,4	2,56									
0,4	2,56									
-0,4	2,56									
0,6	3,84									
-0,6	3,84									
0,6	3,84									
-0,6	3,84									
0,8	5,12									
-0,8	5,12									
0,8	5,12									
-0,8	5,12									
.	.									
.	.									
.	.									

Sumber : Data pengujian



Gambar 3. 6 Hubungan Beban (P) dengan Deformasi (Δ)
 Sumber : Data pengujian

Tabel 3. 3 Form Data Hasil Pengamatan Pola Retak

Drift %	Δ tot mm	P kg	Retak yang Terjadi
0,20%	1,28		
-0,20%	1,28		
0,20%	1,28		
-0,20%	1,28		
0,40%	2,56		
-0,40%	2,56		
0,40%	2,56		
-0,40%	2,56		
0,60%	3,84		
-0,60%	3,84		
0,60%	3,84		
-0,60%	3,84		
0,80%	5,12		
-0,80%	5,12		
0,80%	5,12		
-0,80%	5,12		
.	.		
.	.		
.	.		

Sumber : Data pengujian

3.9 Hipotesa Penelitian

Hipotesa penelitian pengaruh uji beban siklik terhadap pola retak dan momen kapasitas pada dinding geser beton dengan variasi jarak dan diameter dengan rasio tulangan $\rho_v = 2,44\%$, $\rho_h = 2,99\%$ adalah:

1. Semakin rapat kerapatan ujung penulangan vertikal dinding geser maka kekakuan dinding geser semakin besar.
2. Semakin rapat kerapatan ujung penulangan vertikal dinding geser maka daktilitas dinding geser semakin besar.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

