

PENGARUH VARIASI LETAK TULANGAN HORIZONTAL TERHADAP DAKTILITAS DAN KEKAKUAN DINDING GESER DENGAN PEMBEBANAN SIKLIK (QUASI-STATIS)

Aldi Efrata Sembiring ^{*1}, Ari Wibowo ², Lilya Susanti ²

¹Mahasiswa / Program Sarjana / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya

²Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur
Korespondensi : aldiefrata@gmail.com

ABSTRAK

Tekanan angin dan gempa bumi adalah suatu beban lateral yang sering dihadapi oleh bangunan, terutama bangunan yang tinggi. Untuk itu penggunaan dinding geser sangat dibutuhkan dalam suatu struktur bangunan, dikarenakan dinding geser ini mampu menahan beban lateral. Akan tetapi penggunaan dinding geser cukup memakan biaya. Untuk mengurangi penggunaan biaya dilakukan penggunaan variasi pada tulangan horizontal. Pembeban siklik adalah suatu metode yang dilakukan pada pengujian ini untuk mendapatkan beban yang diterima dinding geser setiap perubahan nilai *drift*, dimana pada akhirnya nilai ini dipakai untuk mencari besarnya duktilitas dan juga kekakuannya. Beban aksial yang diberikan selama pengujian yaitu sebesar 3000 kg. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *shear wall* dengan jarak tulangan sengkang 150 mm (SW-50), *shear wall* dengan sengkang ganda jarak tulangan sengkang 150 mm (SD-150), dan *shear wall* sengkang ganda dengan jarak tulangan sengkang 300 mm (SD-300). Dari penelitian ini dapat disimpulkan dinding geser dengan jarak sengkang yang lebih rapat akan meningkatkan kekuatan dinding geser dan juga meningkatkan duktilitas dan kekakuannya.

Kata Kunci : dinding geser, *drift*, duktilitas, kekakuan

ABSTRACT

Wind pressure and the earthquake is a lateral load that is often faced by buildings, especially high buildings. So, shear wall is very important in building structure, because the shear wall is able to withstand lateral loads. However, the use of shear wall is quite costly. To reduce the use of cost is the use of a variation on the horizontal reinforcement. Cyclic loading is a method that is performed on this test to get the load received by a shear wall changes in value drift, which in turn is used to find the value of the magnitude of ductility and rigidity. Axial load given during the test that is equal to 3000 kg. Specimens used in this study is the shear wall with reinforcement stirrup distance of 150 mm (SW-50), shear wall with double stirrup reinforcement stirrup distance of 150 mm (SD-150), And double shear wall stirrups with reinforcement stirrup distance of 300 mm (SD-300). From this study we can conclude shear wall with denser stirrup spacing will increase the strength of the shear wall and also improve the ductility and rigidity.

Keywords: shear walls, drift, ductility, stiffness

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara yang berada di jalur “cincin api” kawasan pasifik dan lempeng bumi, Indonesia cukup akrab dengan fenomena gempa bumi. Untuk itu konstruksi yang kokoh terhadap fenomena tersebut sangatlah penting di Indonesia. Dinding geser adalah suatu penerapan dari berkembangnya suatu struktur dalam bidang konstruksi bangunan.

Pada saat ini, penggunaan dinding geser pada bangunan yang sudah cukup banyak diterapkan di beberapa negara maju. Dinding geser adalah suatu struktur dalam suatu konstruksi bangunan yang dapat menahan beban lateral yang biasanya dihasilkan oleh beban angin dan juga oleh gempa bumi. Akan tetapi penerapan dinding geser ini membutuhkan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu penerapan variasi tulangan sengkang diharapkan dapat menekan biaya yang diperlukan.

Beberapa tujuan dari adanya penelitian ini sebagai berikut:

- Untuk mengetahui beban yang dapat ditahan oleh dinding geser dengan variasi jumlah sengkang.
- Untuk mengetahui perbedaan daktilitas dan juga kekakuan dinding geser dengan variasi jumlah sengkang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding Geser

Dinding geser merupakan dinding yang dibuat mampu menahan beban lateral, contohnya seperti gempa bumi dan juga angin.

Dinding geser mampu menahan beban lateral dikarenakan dinding ini meningkatkan daktilitas dan kekakuan struktur dari suatu bangunan. Hal ini akan menahan atap dan juga lantai atas dari goyangan ke samping yang berlebihan saat gempa bumi sedang terjadi. Selain itu dinding geser ini mampu meredam deformasi pada saat gempa.

Dengan adanya kemampuan yang cukup dalam menahan beban lateral yang terjadi, dinding geser ini bisa disimpulkan suatu komponen penting yang harus ada pada tiap bangunan, terutama bangunan yang tinggi.

2.2 Beban Siklik

Beban siklik merupakan suatu beban yang terjadi secara berulang. Beban ini sama seperti beban yang diberikan pada saat terjadinya gempa bumi.

Beban siklik yang diterima oleh suatu konstruksi bisa menjadi salah satu penyebab terjadinya keruntuhan dikarenakan terjadinya kegagalan *fatigue*, dimana beton pecah pada saat menerima beban berulang.

2.3 Daktilitas

Suatu struktur pasti memiliki kemampuan untuk mempertahankan kondisinya meski sudah hampir runtuh. Kemampuan ini adalah daktilitas struktur.

Daktilitas struktur berfungsi menjaga integrasi bangunan. Hal ini berfungsi apabila pada saat terjadi gempa, bangunan tidaklah langsung runtuh. Kemampuan ini sangatlah penting agar penghuni bangunan masih dapat menyelamatkan diri dengan keluar dari bangunan tersebut sebelum runtuh.

2.4 Kekakuan

Kekakuan adalah salah satu kriteria yang harus ada pada bangunan tinggi seperti gedung. Kekakuan adalah gaya yang diperlukan suatu untuk menghasilkan lendutan atau rasio antara beban dengan perpendekan dinding geser.

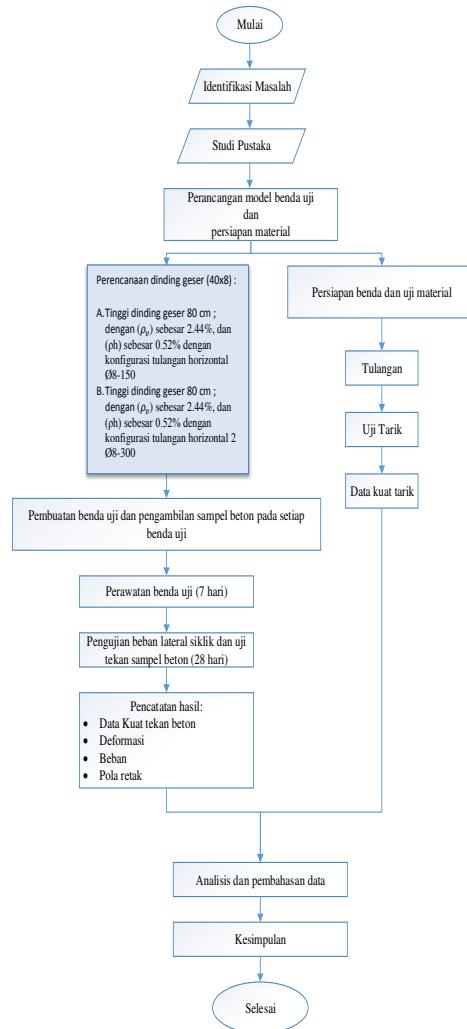
Agar suatu struktur dapat membatasi pergerakkannya, struktur harus memiliki kekakuan yang cukup.

3. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Oleh karena itu data didapat dari percobaan yang dilakukan di laboratorium. Pada penelitian ini objek yang digunakan berupa dinding geser dengan variasi tulangan horizontal yang kemudian dibandingkan dengan dinding geser tanpa variasi tulangan horizontal.

Kuat tekan beton silinder direncanakan f_c' sebesar 20 MPa. Ukuran diameter 15 cm dan memiliki tinggi 30 cm. Benda uji berupa dinding dengan dimensi (80 x 400) mm, tinggi 800 mm, dengan tulangan vertikal 16- $\varnothing 8$ dengan variasi tulangan horizontal:

1. 1 buah $\varnothing 8$ -150 mm
2. 2 buah $\varnothing 8$ -150 mm
3. 2 buah $\varnothing 8$ -300 mm



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Variabel penelitian yang dipakai pada penelitian ini adalah :

- Variabel Bebas, yaitu variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan peneliti adalah letak sengkang.

Pada penelitian ini data yang diamati adalah :

- Data uji tarik baja, yang diambil pada saat melakukan pengujian tarik tulangan.
- Data kuat tekan beton, yang diambil dari hasil pengujian kuat tekan silinder beton.

- Data lateral *load displacement*, diperoleh dari pembacaan *loadcell* dan *LVDT*.

4. PEMBAHASAN

1. Beton

Pengujian beton dilakukan dengan mengambil sampel berupa silinder beton sebanyak 3 buah benda dan diuji saat silinder telah berumur 28 hari.

Tabel 1 Mutu Beton Benda Uji

Tanpa Variasi

BENDA UJI	Slump (cm)	UMUR pengujian (hari)
SW50	9,5	
	19	28
	17	

Dengan Variasi

BENDA UJI	Slump (cm)	UMUR pengujian (hari)
SD-300	12	
	14,5	28
SD-150	11	
	15	
SD-150	17	28
	18	

Sumber: Hasil Pengujian dan Perhitungan

4.2 Baja

Pada penelitian ini, baja digunakan sebagai tulangan. Tulangan yang dipakai adalah baja polos dengan diameter 8mm Untuk mendapatkan tegangan leleh (*f_y*), dilakukan dengan cara melakukan uji tarik. Uji tarik dilakukan dengan mengambil 3 buah sampel dari tulangan benda uji sepanjang 20 cm.

Tabel 2 Tegangan Leleh

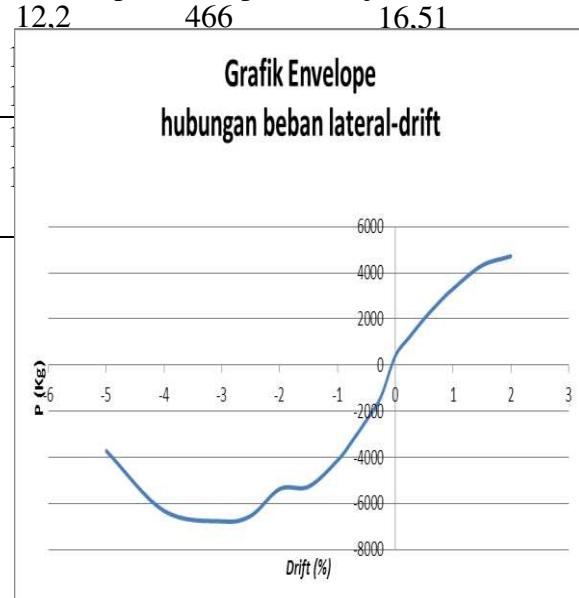
No.	Diameter Tulangan (mm)	Diameter Aktual (mm ²)	A (mm ²)	P (N)	F _y (Mpa)
1	8	7,88	48,769	16406	336.57
2	8	7,88	48,769	19660	403.33
3	8	7,88	48,769	19335	396.66
					<i>f_y</i> 378,86

Tegangan leleh diperoleh dari rata-rata ketiga tulangan tersebut.

4.3 Hasil pengujian beban lateral siklik

Pengujian beban lateral siklik ini dilakukan pada saat usia beton mencapai 28 hari. *Displacement control* dilakukan dengan memberikan beban drift 2,5% hingga sampai $\frac{f_{y}}{25}$ atau $\frac{28 \text{ HARI}}{25\%}$ itu kenaikan sebesar 0,5% hingga drift 2,5% terakhir menaikkan drift 1,2% hingga drift 5%. Kenaikan drift 1,2% diperoleh menggunakan *loadcell*. Akan tetapi dikarenakan keterbatasan alat yang tersedia, apabila beban pada *loadcell* telah mencapai 5 ton maka dinding hanya dibebani pada salah satu sisi dengan menggunakan *loadcell* 10 ton.

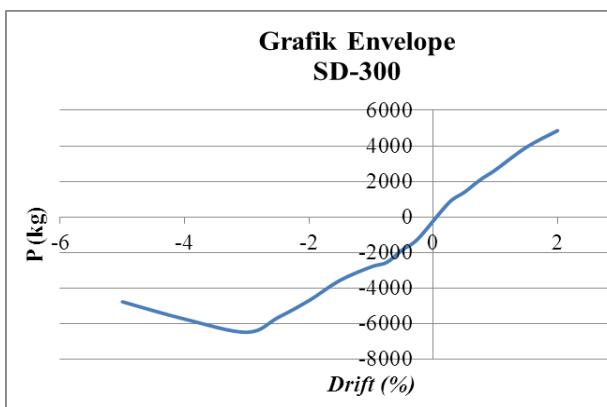
Beban Mutu Beton f'c
Berikut adalah grafik envelope dan tabel kapasitas tiap benda uji.



Gambar 2 Envelope P- Drift Spesimen SW-50

Tabel 3 Kapasitas Benda Uji SW-50

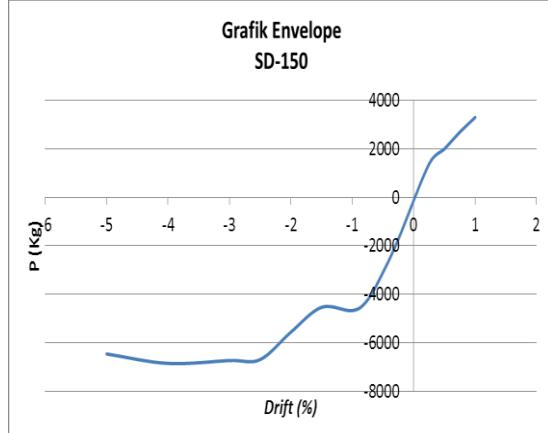
Data	Arah	Mu (kg.m)	Pu (kg)
Aktual	(+)	-	-
	(-)	5424	6780
Teoritis	(+)	4350,674	5438,343
	(-)	4350,674	5438,343



Gambar 3 Envelope P- Drift Spesimen SD-150

Tabel 4 Kapasitas Benda Uji SD-300

Data	Arah	Mu (kg.m)	Pu (kg)
Aktual	(+)	-	-
	(-)	5200,8	6501
Teoritis	(+)	4743,2811	5929,1014
	(-)	4743,2811	5929,1014



Gambar 4 Envelope P- Drift Spesimen SD-300

Tabel 5 Kapasitas Benda Uji SD-150

Data	Arah	Mu (kg.m)	Pu (kg)
Aktual	(+)	-	-
	(-)	5664	7080
Teoritis	(+)	4696,4849	5870,6061
	(-)	4696,4849	5870,6061

Dilihat dari tabel diatas, dapat dilihat jika semakin rapat tulangan sengkang dan tulangan longitudinalnya maka akan meningkatkan kapasitas yang dapat ditahan oleh dinding geser.

4.4 Perbandingan antar benda uji

Tabel 6 beban lateral maksimum

Kolom	Pmaks (kg)		Selisih (%)
	Eksperimen	Teoritis	
SW-50	6780	5438	24,67819
SD-150	7080	5870,6	20,60096
SD-300	6501	5929,1	9,645646

Dari tabel ini dapat disimpulkan jika semakin rapat jarak tulangan sengkang, maka akan meningkatkan beban lateral yang dapat ditahan.

4.5 Analisis Daktilitas Perpindahan

Perpindahan daktilitas atau *displacement ductility* dapat diperoleh dari grafik hubungan antara beban lateral saat ultimit dengan *displacement* saat leleh.

Tabel 7 Perpindahan Tiap Spesimen

Kolom	Δ_u (mm)	Δ_y (mm)	μ_d
SD-150	44.4317	15.14755	2.9333
SD-300	34.3091	17.65382	1.9434
SW-50	34.29	11.3166	3.03006

Dari tabel ini dapat dilihat jika semakin rapat jarak antara tulangan sengkang dan juga semakin rapat juga tulangan longitudinalnya, daktilitasnya akan berkurang tetapi kekuatannya akan bertambah.

4.6 Kekakuan

Gaya yang dibutuhkan oleh suatu elemen untuk mendapatkan suatu lendutan, adalah suatu definisi dari kekakuan. Atau bisa juga didefinisikan sebagai sebagai rasio antara beban dengan perpendekan kolom.

Pada penelitian ini dilakukan analisis kekakuan dengan metode *secant stiffness*. Metode ini dipilih karena lebih realistik dengan pengujian dikarenakan metode *secant stiffness* ini mengambil lebih dari satu kali titik leleh. Hal ini sangatlah cocok pada pengujian kolom dan juga dinding geser.

Metode *secant stiffness* merupakan suatu perbandingan antara penambahan beban dengan perpindahan saat leleh. Metode ini digunakan untuk mendekati perilaku leleh yang lebih dekat dengan keadaan yang terjadi pada saat pengujian. Karena untuk benda uji

dinding geser, titik leleh yang digunakan adalah nilai rata-rata dari beberapa titik leleh.

Tabel 8 hasil perhitungan *secant stiffness*.

Dinding Geser	Beban Puncak (Kg)	Perpindahan (mm)	E (Kg/mm)
SD-150	7080	20.1319	351.6809
SD-300	6501	22.9661	283.0688
SW-50	6780	15.0888	449.3396

Dari tabel ini dapat dilihat jika semakin rapat tulangan longitudinal dan juga horizontal maka akan menghasilkan kekakuan yang lebih besar. Pada dinding geser ini sengkang berfungsi sebagai pengekang antar tulangan vertikal. Semakin kuat pengekang pada tulangan vertikal, akan semakin kuat juga tulangan vertikal itu. Semakin kuat tulangan vertikal maka akan meningkatkan kekakuan strukturnya, karena kontribusi yang lebih besar dalam meningkatkan kekakuan struktur adalah tulangan vertikal.

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan mengenai daktilitas dan juga kekakuan pada dinding geser dengan variasi sengkang, yaitu sebagai berikut:

1. Jumlah sengkang (tulangan horizontal) pada dinding geser akan meningkatkan beban yang dapat ditahan oleh dinding geser (peningkatan kekuatan). Pada pengujian ini, dinding geser SD-150 lebih kuat dari dinding geser SW-50 dan juga SD-300.
2. Semakin rapat jarak tulangan horizontal pada dinding geser maka semakin besar juga tingkat daktilitas dan tingkat kekakuan. Pada pengujian ini, dinding geser SW-50

memiliki tingkat daktilitas dan kekakuan yang lebih besar dibandingkan dengan dinding geser SD-150 dan juga SD-300.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, ada beberapa saran yang perlu diperhatikan, seperti:

1. Sebaiknya dilakukan secara berkelompok, dikarenakan benda uji ini memiliki volume yang cukup berat.
2. Dimensi benda uji sebaiknya diperkecil agar dapat diuji secara maksimal.
3. Pastikan terlebih dahulu peralatan yang ada di laboratorium dan alat benda uji yang akan dipakai.
4. Sebelum melakukan tugas pengecoran, diharapkan telah menghitung *mix design* yang tepat dan pada saat melakukan pengecoran harap dilakukan dengan cermat sesuai dengan *mix design*.
5. Berhati-hati dalam setiap menggunakan alat uji agar tidak terjadi kerusakan pada alat tersebut.
6. Perhatikan tempat menyimpan benda uji silinder.
7. Perhatikan frame pengujian yang akan digunakan. Pastikan frame tersebut benar-benar kuat untuk menguji.

6. Daftar Pustaka

ACI 318. 2002. *Building Code Requirements for Reinforced Concrete*. Michigan : American Concrete Institute.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*. SNI-03-1726-2002. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-2847-2002. Jakarta.

Dini,Restian. 2008. *Analisis Pengaruh Dimensi Balok dan Kolom Portal Terhadap Lebar Retak Pada Bangunan*. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

FEMA-273. 1997. *NEHRP Guideline for The Seismic Rehabilitation of Buildings*. Washington DC : Federal Emergency Management Agency.

Fernandes, Dede. 2012. *Pola Retak dan Lebar Retak balok dalam Kondisi Gempa Akibat Pengaruh dari Variasi Persentase Luas Tulangan Tekan Terhadap Tulangan Tarik Pada Tumpuan*. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.

Nawy, Edward. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : PT Refika Aditama.

Paulay dan Priestley. 1994. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. New York: Wiley Interscience

Wibowo, Ari. 2012. *Seismic Performance of Insitu and Precast Soft Storey Buildings*. Victoria : Swinburne University of Technology.