

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan kasih karunia-Nya di berbagai kesempatan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Variasi Jarak Sengkang dan Kekangan terhadap Daktilitas dan Kekakuan Dinding Geser dengan Pembebanan Siklik (Quasi-Statis)” sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi S1 di jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan maksimal tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Jasmin Silalahi dan Aldrine Juliet Sihombing, serta kedua adik tersayang, Sharon Rachel Silalahi dan Jemima Ivana Silalahi yang telah melimpahkan berbagai macam dukungan hingga saat ini
2. Keluarga besar Silalahi dan Sihombing yang selalu mendoakan agar dilancarkannya segala urusan perkuliahan
3. Bapak Ir. Sugeng P. Budio, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya
4. Bapak Dr.Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Brawijaya
5. Bapak Ari Wibowo, ST., MT., Ph.D dan Ibu Christin Remayanti N, ST., MT. sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian serta penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu dosen Teknik Sipil yang telah memberikan saran dan masukan selama masa perkuliahan
7. Pak Sugeng, Pak Hadi dan Mas Dino selaku pihak Laboratorium Struktur dan Konstruksi Bahan yang telah membantu selama kegiatan penelitaian di laboratorium
8. Jogi dan Jackson sebagai teman satu kamar asrama yang sudah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini
9. Jogi, Jackson, Jonathan, Aldi dan Yehuda sebagai tim untuk mendapat gelar ST.

10. Teman-teman *God Bless* (Aldi, Ari, Christin, Daniel, Ester, Helzon, Regina, Rio, Roberto, Ruth, Tjahya, William, dan Yemima) sebagai keluarga di Malang yang selalu memberi semangat, dorongan serta doa

11. Teman-teman dari GMAHK di Malang yang telah memberikan doa dan semangat

12. Keluarga Besar Mahasiswa Sipil yang telah membantu dan mendukung selama masa perkuliahan

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penelitian-penelitian selanjutnya. Untuk kesempurnaan tugas akhir ini, kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan.

Malang, 13 April 2016

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| RINGKASAN | x |
| SUMMARY | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 2 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.6 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Beton Bertulang | 5 |
| 2.1.1 Jarak Tulangan dan Selimut Beton untuk Beton Bertulang | 5 |
| 2.1.2 Pengekangan Beton | 5 |
| 2.1.3 Syarat Penulangan Tulangan Horizontal Dinding Geser | 6 |
| 2.2 Dinding Geser | 7 |
| 2.2.1 Jenis Dinding Geser | 8 |
| 2.3 Parameter yang Mempengaruhi Perilaku Dinding Geser | 8 |
| 2.3.1 Rasio Beban Aksial (n) | 8 |
| 2.3.2 Aspek Rasio (a) | 9 |
| 2.3.3 Rasio Tulangan Vertikal (ρ_v) | 9 |



| | |
|--|-----------|
| 2.3.4 Rasio Tulangan Horizontal (ρ_h)..... | 9 |
| 2.4 Beban Siklik | 10 |
| 2.5 Perpindahan (<i>Displacement</i>) | 11 |
| 2.5.1 Perpindahan Lentur (Δ_{fl})..... | 12 |
| 2.5.2 Perpindahan Penetrasi Leleh (Δ_y) | 13 |
| 2.5.3 Perpindahan Geser (Δ_{sh})..... | 14 |
| 2.6 Daktilitas..... | 14 |
| 2.6.1 Daktilitas Regangan | 15 |
| 2.6.2 Daktilitas Kurvatur..... | 16 |
| 2.6.3 Daktilitas Perpindahan | 16 |
| 2.7 Kekakuan..... | 17 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | 19 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 19 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 19 |
| 3.3 Tahapan Penelitian..... | 22 |
| 3.4 Rancangan Penelitian..... | 22 |
| 3.4.1 Campuran Beton..... | 22 |
| 3.4.2 Jumlah Benda Uji | 23 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 27 |
| 3.5.1 Persiapan Penelitian..... | 27 |
| 3.5.2 Pengujian Tarik Baja | 27 |
| 3.5.3 Uji Tekan Silinder Beton | 27 |
| 3.5.4 Pembuatan Model Dinding Geser..... | 27 |
| 3.5.4.1 Penulangan..... | 27 |
| 3.5.4.2 Uji Slump..... | 28 |
| 3.5.4.3 Pengecoran dan Masa Curing..... | 28 |
| 3.5.5 <i>Setting Up</i> | 28 |

| | | |
|--------------------------------|---|-----------|
| 3.5.6 | Beban Rencana | 31 |
| 3.5.7 | Pelaksanaan Pengujian Siklik | 31 |
| 3.6 | Variabel Penelitian..... | 32 |
| 3.7 | Data Pengamatan | 33 |
| 3.8 | Analisis Hasil..... | 33 |
| 3.9 | Hipotesa Penelitian | 36 |
| BAB VI PEMBAHASAN | | 37 |
| 4.1 | Hasil Pengujian dan Analisa Material Penyusun Benda Uji | 37 |
| 4.1.1 | Beton | 37 |
| 4.1.2 | Slump | 39 |
| 4.1.3 | Analog Hammer Test..... | 41 |
| 4.1.4 | Baja Tulangan | 42 |
| 4.2 | Kekuatan Dinding Geser Teoritis | 44 |
| 4.3 | Hasil Pengujian Beban Lateral Siklik..... | 45 |
| 4.3.1 | Analisis Beban Lateral Maksimum..... | 46 |
| 4.3.2 | Analisis Daktilitas Perpindahan..... | 47 |
| 4.3.3 | Analisis Kekakuan | 51 |
| BAB V PENUTUP | | 59 |
| 5.1 | Kesimpulan | 59 |
| 5.2 | Saran | 59 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 <i>Histeresis Loop</i> | 11 |
| Gambar 2.2 Perpindahan Lentur..... | 12 |
| Gambar 2.3 Mekanisme <i>Yield Displacement</i> | 13 |
| Gambar 2.4 Alternatif Pengambilan Lentutan pada Titik Leleh | 14 |
| Gambar 2.5 Perpindahan Geser..... | 15 |
| Gambar 2.6 Definisi Daktilitas Kurvatur | 16 |
| Gambar 2.7 Daktilitas Perpindahan pada Kantilever | 17 |
| Gambar 2.8 Alternatif Pengambilan Perpindahan pada Titik Leleh | 17 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian | 22 |
| Gambar 3.2 Benda Uji SW-50 (Tampak Depan)..... | 24 |
| Gambar 3.3 Benda Uji DGK-75 (Tampak Depan)..... | 24 |
| Gambar 3.4 Benda Uji DGK-150 (Tampak Depan)..... | 25 |
| Gambar 3.5 Benda Uji SW-50 dan DGK-150 (Tampak Tampak Samping)..... | 25 |
| Gambar 3.6 Potongan A-A | 26 |
| Gambar 3.7 Potongan B-B | 26 |
| Gambar 3.8 Benda Uji (Tampak Atas)..... | 26 |
| Gambar 3.9 Skema Pengujian Semi Siklik..... | 31 |
| Gambar 3.10 Siklus Pembebanan Lateral berdasarkan Drift | 32 |
| Gambar 3.11 Hubungan Beban (P) dengan Deformasi (Δ)..... | 35 |
| Gambar 4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton..... | 38 |
| Gambar 4.2 Pengujian Slump..... | 40 |
| Gambar 4.3 Pengujian Tarik Tulangan Baja | 42 |
| Gambar 4.4 Pengujian Tarik Tulangan Baja | 43 |
| Gambar 4.5 Pengujian Tarik Tulangan Baja | 43 |
| Gambar 4.6 Pengujian Tarik Tulangan Baja | 44 |
| Gambar 4.7 Perpindahan saat Ultimit dan Leleh SW-50 | 48 |
| Gambar 4.8 Perpindahan saat Ultimit dan Leleh DGK-75..... | 48 |
| Gambar 4.9 Perpindahan saat Ultimit dan Leleh DGK-150..... | 49 |
| Gambar 4.10 Kondisi Akhir Percobaan DGK-75 Belum Runtuh | 50 |
| Gambar 4.11 Metode Tangen | 52 |
| Gambar 4.12 Metode Sekan..... | 52 |
| Gambar 4.13 Grafik Kekakuan DGK-150..... | 53 |

Commented [-A-1]: Tambahin kata2

Gambar 4.14 Grafik Kekakuan DGK-75..... 53
Gambar 4.15 Grafik Kekakuan SW-50..... 54



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1 Spesifikasi Benda Uji Dinding Geser..... | 23 |
| Tabel 3.2 Form Data Hasil Pengujian Beban dengan Deformasi..... | 34 |
| Tabel 3.3 Form Data Hasil Pengamatan Pola Retak | 35 |
| Tabel 4.1 Mutu Beton Tiap Spesimen..... | 38 |
| Tabel 4.2 Nilai Standar Slump | 39 |
| Tabel 4.3 Nilai Slump dan Mutu Beton Dinding Geser Berdasarkan Uji Tekan | 40 |
| Tabel 4.4 Mutu Beton Dinding Geser Berdasarkan Uji Analog Hammer Test..... | 41 |
| Tabel 4.5 Mutu Beton Dinding Geser Berdasarkan Uji Analog Hammer Test..... | 41 |
| Tabel 4.6 Tegangan Leleh Tulangan Kolom..... | 42 |
| Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Dinding Geser Teoritis | 44 |
| Tabel 4.8 Beban Lateral Maksimum Searah Negatif | 46 |
| Tabel 4.9 Nilai Beban Lateral Aktual..... | 47 |
| Tabel 4.10 Nilai Daktilitas | 51 |
| Tabel 4.11 Nilai Kekakuan dengan Metode Tangen..... | 55 |
| Tabel 4.12 Nilai Kekakuan dengan Metode Sekan | 56 |
| Tabel 4.13 Perbandingan Nilai Kekakuan..... | 56 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|------------|---|------|
| Lampiran 1 | Desain Dinding Geser | L-1 |
| Lampiran 2 | Hasil Pengujian Dan Analisa Material Penyusun Dinding Geser.. | L-21 |
| Lampiran 3 | Data Pengujian Beban Siklik..... | L-33 |
| Lampiran 4 | Hasil Analisa Retak..... | L-47 |
| Lampiran 5 | Dokumentasi Penelitian..... | L-53 |



RINGKASAN

Andrew Timothy Silalahi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2016, *Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Horizontal dan Kekangan terhadap Daktilitas dan Kekakuan Dinding Geser dengan Pembebanan Siklik (Quasi-Static)*, Dosen Pembimbing: Ari Wibowo, ST., MT., Ph.D dan Christin Remayanti N, ST., MT.

Dinding geser beton bertulang memiliki fungsi utama untuk menahan gaya geser atau lateral akibat gempa. Jika dinding geser mengalami suatu kegagalan, maka bisa dipastikan kekakuan struktur bangunan tersebut berkurang. Pada saat terjadi gempa keruntuhan akibat geser pada dinding geser sangatlah dihindari. Semakin tinggi suatu bangunan maka gaya lateral yang diterima juga semakin besar. Namun perencanaan dinding geser pada bangunan pada umumnya dirasa kurang efisien. Hal tersebut dikarenakan kurangnya pengetahuan dari perencanaan struktur. Dengan perencanaan dinding geser yang tepat, terutama pada letak tulangan vertikal maupun horizontal, maka akan diperoleh dinding geser dengan kapasitas sama namun dengan biaya lebih murah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku dinding geser bertulang bila diberi kekangan ketika gempa, perilaku yang dimaksud adalah daktilitas perpindahan dan kekakuan.

Dinding geser yang diuji berjumlah 3 buah dengan ukuran 400x80 mm dengan mutu beton (f_c) 20 MPa dan tinggi dinding geser 800 mm. Pada penelitian ini dilakukan variasi sebanyak tiga buah, yaitu: variasi jarak tulangan horizontal 150 mm yang tidak terkekang (SW-50) dan jarak 300 mm dengan kekangan (DGK-75), jarak kekangan pada DGK-75 dan DGK-150 (75 mm dan 150 mm), dan dinding geser yang diberi kekangan (DGK-75) dan tidak (SW-50) dengan jarak tulangan horizontal yang sama (150 mm). Beban aksial diberikan secara konstan sebesar 0,05 Pu dan beban siklik hingga dinding geser melewati keruntuhan beban lateral dengan metode *displacement control*, dimana untuk drift 0-2%, kenaikan drift tiap siklusnya sebesar 0.25% sedangkan untuk drift 2-3% kenaikan siklus yang diberikan sebesar 0.5% dan untuk drift di atas 3% kenaikan siklus sebesar 1%. Beban lateral dan perpindahan tiap siklus dari percobaan dicatat untuk kemudian digunakan dalam analisis daktilitas dan kekakuan dinding geser.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dinding geser SW-50 memiliki nilai daktilitas yang lebih besar dibandingkan DGK-150 sebesar 29% dan peningkatan kekakuan yang sangat signifikan sebesar 94%, sedangkan dinding geser DGK-75 memiliki peningkatan daktilitas yang lebih besar dari DGK-150 sebesar 37% dan peningkatan kekakuan yang sangat signifikan sebesar 127%, dan DGK-75 memiliki peningkatan daktilitas yang tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan SW-50 sebesar 6% dan peningkatan kekakuan sebesar 16%. Bila dilihat akibat dari variasi jarak kekangan yang lebih rapat sebesar 75 mm memberikan peningkatan daktilitas dan kekakuan pada dinding geser sangat signifikan dan untuk variasi kekangan memberikan peningkatan daktilitas dan kekakuan namun tidak terlalu signifikan.

Kata kunci: dinding geser, beton bertulang, daktilitas perpindahan, kekakuan, beban gempa, kekangan, tulangan horizontal

SUMMARY

Andrew Timothy Silalahi, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, December 2016, *The Effects of Variation of Horizontal Reinforcement and Confinement to Ductility and Stiffness of Shear Wall Subjected to Cyclic Quasi-Static) Loading*, Academic Supervisor: Ari Wibowo, ST., MT., Ph.D and Christin Remayanti N, ST., MT

Reinforced concrete shear wall has main function to resist shear or lateral due to earthquake. When a shear wall experiences failed, surely the building's rigidity is reduced. At the time of quake collapse due to shear on shear wall must be avoided. The higher a bulding is, the more bigger lateral force received. But planning shear wall in general is less efficient. It's caused by the less of builder structure knowledge. With proper plannig of shear wall, especially on vertical reinforement and confinement location will achieved cheaper shear wall with the same capacity. This study has aim to know the performance of ductility and stiffness of reinforced concrete shear wall with confinement subjected to earthquake.

There are 3 tested columns which have size 400x800 mm with f_c 20 MPa and 800 mm shear wall height. This research uses three kind of variations, those are unconfinement whear wall (SW-50) and confinement shear wall (DGK-300) with 300 horizontal reinforcement gap, horizontal reinforcement of DGK-75 and DGK-150 (75 mm and 150 mm), and confinement shear wall (DGK-75) and not (SW-50) which both have 150 mm horizontal reinforcement. Axial load is constantly given about 0,05 P_u and cyclic load with displacement control method until the shear wall is over lateral load failure. For drift 0%-2%, the difference in every cycle is 0,25%, for drifts 2-3%, the difference in every cycle is 1%, and for drifts which are over 3% using 0,5% difference in every cycle. Lateral load and displacement data in every cycle are used to analyze the displacement ductility and stiffness of reinforced concrete shear wall.

The experimental result of this study shows that unconfinement shear wall SW-50 have a higher ductilty and stiffness than confinement shear wall DGK-150, shear wall DGK-75 have a significant improvement on ductility and stiffness than DGK-150, and shear wall DGK-75 with confinement have a higher ductility and stiffness than unconfinement shear wall SW-50, although the ductilities and stiffness are not significantly different.

Keywords: shear wall performance, reinforced concrete, displacement ductility, stiffness, earthquake load, confinement, horizontal reinforcement