

TESIS

**Studi Komparatif Perilaku Nonlinear *Slender Shearwall*
dan *Squat Shearwall* terhadap Beban Dinamik**



RYAN WIJAYA

NPM: 235119702

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2025



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

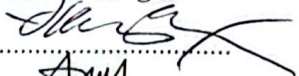
PERSETUJUAN TESIS

Nama : Ryan Wijaya
Nomor Mahasiswa : 235119702
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Studi Komparatif Perilaku Nonlinear *Slender Shearwall*
dan *Squat Shearwall* terhadap Beban Dinamik

Nama Pembimbing
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D
Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng.,
Ph.D

Tanggal
23/07/2025
26/07/2025

Tanda tangan





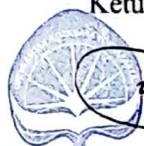

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**

PENGESAHAN TESIS

Nama : Ryan Wijaya
Nomor Mahasiswa : 235119702
Konsentrasi : Struktur
Judul Tesis : Studi Komparatif Perilaku Nonlinear *Slender Shearwall*
dan *Squat Shearwall* terhadap Beban Dinamik

Nama Penguji	Tanggal	Tanda tangan
Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D (Ketua)	12/08/2025	
Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng., Ph.D (Sekretaris)	12/08 2025	
Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., IPU, ASEAN Eng (Anggota)	12/08/2025	

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Nectaria Putri Pramesti, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng

FAKULTAS
TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ryan Wijaya

NPM : 235119702

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tesis dengan judul:

Studi Komparatif Perilaku Nonlinear *Slender Shearwall* dan *Squat Shearwall* terhadap Beban Dinamik

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Laporan Tesis ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Laporan Tesis ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juni 2025



(Ryan Wijaya)

INTISARI

Dinding geser (*shearwall*) adalah struktur penting dalam bangunan bertingkat, terutama di daerah rawan gempa seperti Indonesia yang terletak di wilayah *Ring of Fire*. Selain memperkuat struktur, dinding ini juga mengurangi goyangan antar lantai, melindungi bagian-bagian non-struktural seperti dinding partisi, kaca, atau instalasi listrik agar tidak retak atau patah. Dengan kata lain, *shearwall* tidak hanya menyelamatkan nyawa, tetapi juga meminimalkan kerusakan properti bangunan saat bencana terjadi.

Penelitian ini bermaksud untuk melakukan kajian komparatif terhadap dua tipe dinding geser beton bertulang, yaitu *slender shearwall* dan *squat shearwall*, guna memahami perbedaan respons dinamis dan perilaku histeresis ketika dikenai beban gempa. Kajian dilakukan melalui pendekatan numerik berbasis simulasi *time history* menggunakan perangkat lunak OpenSees dengan input gempa El Centro. Analisis mencakup aspek perpindahan, gaya, rotasi, momen, serta daktilitas struktur berdasarkan hubungan gaya-perpindahan dan momen-rotasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *slender shearwall* memiliki perpindahan maksimum +0,0634 m dan -0,0666 m serta rotasi maksimum +0,0063 m dan -0,0067 m, dengan gaya maksimum +667,604 kN dan -673,361 kN serta momen maksimum +6676,04 kNm dan -6733,61 kNm. Kapasitas disipasi energinya mencapai 638,23 kNm, sementara daktilitas perpindahannya unggul pada arah positif sebesar 1,25. Sebaliknya, *squat shearwall* memiliki kekakuan dan kekuatan lateral lebih tinggi dengan gaya maksimum +1706,67 kN dan -1841,77 kN, momen maksimum +6826,67 kNm dan -7367,07 kNm, serta disipasi energi 1023,59 kNm. Respons perpindahan dan rotasinya lebih kecil, masing-masing +0,0214 m dan -0,0219 m untuk perpindahan, serta +0,0054 m dan -0,0055 m untuk rotasi. Daktilitas tertinggi terdapat pada arah negatif sebesar 2,36.

Kata-kata kunci : *slender shearwall*, *squat shearwall*, respons dinamis, OpenSees

ABSTRACT

Shear walls are critical structural components in high-rise buildings, particularly in earthquake-prone regions such as Indonesia, which lies within the Ring of Fire. In addition to strengthening the structure, shear walls reduce inter-story drift and protect non-structural elements such as partition walls, glass panels, and electrical installations from cracking or breaking. In other words, shear walls not only save lives but also minimize property damage during seismic events.

This study aims to conduct a comparative investigation of two types of reinforced concrete shear walls—slender shear walls and squat shear walls—in order to understand the differences in their dynamic response and hysteretic behavior under seismic loading. The analysis was performed through a numerical time history simulation using the OpenSees software with the El Centro earthquake record as input. The evaluation covered displacement, force, rotation, moment, and structural ductility based on force–displacement and moment–rotation relationships.

The results indicate that the slender shear wall experienced maximum displacements of +0.0634 m and –0.0666 m, and maximum rotations of +0.0063 m and –0.0067 m, with peak lateral forces of +667.604 kN and –673.361 kN and peak moments of +6676.04 kNm and –6733.61 kNm. Its energy dissipation capacity reached 638.23 kNm, and its displacement ductility was higher in the positive direction at 1.25. Conversely, the squat shear wall exhibited greater stiffness and lateral strength, with peak lateral forces of +1706.67 kN and –1841.77 kN, peak moments of +6826.67 kNm and –7367.07 kNm, and an energy dissipation capacity of 1023.59 kNm. Its displacements and rotations were smaller, namely +0.0214 m and –0.0219 m for displacement, and +0.0054 m and –0.0055 m for rotation. The highest ductility was observed in the negative direction, with a value of 2.36.

Keywords : *slender shearwall, squat shearwall, dynamic response, OpenSees*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan karunia-Nya pelaksanaan dan penyusunan laporan Tesis yang berjudul “Studi Komparatif Perilaku Nonlinear *Slender Shearwall* dan *Squat Shearwall* terhadap Beban Dinamik” dapat selesai dengan baik dan lancar. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Magister Teknik Sipil pada Program Pascasarjana Fakultas Teknik. Proses pelaksanaan dan penyusunan laporan Tesis ini tidak dapat berjalan dengan lancar tanpa dukungan dari beberapa pihak. Maka dari itu, dengan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing pertama Tesis.
2. Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing kedua Tesis.
3. Saudara Mathias Siloam Kuncoro Jati dan Jessica Natalia Cristanti selaku rekan seperjuangan yang telah memberikan dukungan dan semangat positif selama pelaksanaan dan penyusunan laporan Tesis.
4. Orangtua dan saudara yang telah memberikan doa dan dukungan.

Demikianlah yang dapat penulis sampaikan, semoga Tesis ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu di bidang Teknik Sipil. Saran dan masukan dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk kelanjutan penelitian ini di masa mendatang.

Yogyakarta, Juni 2025

Ryan Wijaya

DAFTAR ISI

TESIS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
INTISARI	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiiiv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Keaslian Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.6 Tujuan Penelitian.....	8
1.7 Sistematika Penulisan.....	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Studi Eksperimental <i>Shearwall</i>	11
2.2 Analisis Kapasitas Lentur <i>Shearwall</i>	13

2.3 Analisis Respons Dinamik <i>Shearwall</i>	14
2.4 Penggunaan OpenSees dalam Pemodelan Struktur	16
2.5 Komparasi <i>Slender</i> dan <i>Squat Shearwall</i>	17
BAB III LANDASAN TEORI.....	19
3.1 Teori Dasar <i>Shearwall</i>	19
3.2 Perilaku Nonlinear Material Struktur	20
3.3 Tipe Model Analisis Struktur	23
3.4 Pemodelan <i>Slender Shearwall</i>	26
3.5 Pemodelan <i>Squat Shearwall</i>	27
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	29
4.1 <i>Literature Review</i>	29
4.2 Diagram Alir Rencana Penelitian	30
4.2.1 <i>Literature Riview</i>	31
4.2.2 Pembelajaran <i>Software</i>	31
4.2.3 Perencanaan Geometri dan <i>Material Properties</i> Model	31
4.2.4 Pemodelan Struktur	32
4.2.5 Perekaman dan Simulasi Respons Dinamik	34
4.2.6 Pengolahan <i>Output</i>	34
4.2.7 Analisis Respons Struktur	34
4.2.8 Kesimpulan	35
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	36
5.1 Respons Perpindahan	36
5.2 Perilaku Histeresis Hubungan Antara Gaya Dasar dan Perpindahan Puncak	39
5.3 Perilaku Histeresis Hubungan Antara Momen dan Rotasi	44

5.4 Validasi Model.....	48
5.4.1 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Eksperimen Terdahulu.....	48
5.4.2 Tren Daktilitas	51
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
6.1 Kesimpulan.....	59
6.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Geometri, Material Properties, dan Beban	32
Tabel 5.1 Rekapitulasi Parameter-Parameter Kritis (Perpindahan) Kedua Tipe <i>Shearwall</i>	42
Tabel 5.2 Rekapitulasi Parameter-Parameter Kritis (Rotasi) Kedua Tipe <i>Shearwall</i>	47
Tabel 5.3 Parameter-Parameter Hasil Simulasi dan Eksperimen Terdahulu	49
Tabel 5.4 Rekapitulasi Variasi f_c' dan f_y	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kurva Hubungan Tegangan-Regangan Pada Beton Terkekang dan Tidak Terkekang	20
Gambar 3.2 Kurva <i>Stress-Strain</i> Material <i>Steel01</i>	22
Gambar 3.3 Tipe-Tipe Model <i>Element Beam-Column</i>	23
Gambar 3.4 Ilustrasi <i>Slender Shearwall</i>	26
Gambar 3.5 Ilustrasi <i>Squat Shearwall</i>	27
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4.2 Detail Penampang <i>Slender Shearwall</i> dan <i>Squat Shearwall</i>	32
Gambar 4.3 Ilustrasi Pemodelan Struktur: (a). <i>Slender Shearwall</i> ; (b). <i>Squat Shearwall</i>	33
Gambar 4.4 <i>Acceleration</i> Gempa El Centro Array #9 (1951)	34
Gambar 5.1 Grafik Respons Struktur <i>Slender Shearwall</i>	36
Gambar 5.2 Grafik Respons Struktur <i>Squat Shearwall</i>	37
Gambar 5.3 Grafik Komparasi Respons Struktur	37
Gambar 5.4 Kurva Histeresis (Gaya Dasar-Perpindahan Puncak) <i>Slender Shearwall</i>	39
Gambar 5.5 Kurva Histeresis (Gaya Dasar-Perpindahan Puncak) <i>Squat Shearwall</i>	40
Gambar 5.6 Kurva <i>Backbone</i> (Gaya Dasar-Perpindahan Puncak) <i>Slender Shearwall</i>	42
Gambar 5.7 Kurva <i>Backbone</i> (Gaya Dasar-Perpindahan Puncak) <i>Squat Shearwall</i>	42
Gambar 5.8 Kurva Histeresis (Momen-Rotasi) <i>Slender Shearwall</i>	44
Gambar 5.9 Kurva Histeresis (Momen-Rotasi) <i>Squat Shearwall</i>	45
Gambar 5.10 Kurva <i>Backbone</i> (Momen-Rotasi) <i>Slender Shearwall</i>	46
Gambar 5.11 Kurva <i>Backbone</i> (Momen-Rotasi) <i>Squat Shearwall</i>	47
Gambar 5.12 Tren Daktilitas Perpindahan <i>Slender Shearwall</i> dengan Variasi f_c' : (a) Arah Positif; (b) Arah Negatif	53

Gambar 5.13 Tren Daktilitas Perpindahan <i>Squat Shearwall</i> dengan Variasi f'_c:	
(a) Arah Positif; (b) Arah Negatif	54
Gambar 5.14 Tren Daktilitas Perpindahan <i>Slender Shearwall</i> dengan Variasi f_y:	
(a) Arah Positif; (b) Arah Negatif	56
Gambar 5.15 Tren Daktilitas Perpindahan <i>Squat Shearwall</i> dengan Variasi f_y:	
(a) Arah Positif; (b) Arah Negatif	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program OpenSees - Model <i>Slender Shearwall</i>	66
Lampiran 2. Program OpenSees - Analisis <i>Gravity Slender Shearwall</i>	69
Lampiran 3. Program OpenSees - Analisis <i>Time History Slender Shearwall</i>	70
Lampiran 4. Program OpenSees - <i>Run Time History Slender Shearwall</i>	72
Lampiran 5. Program OpenSees - Model <i>Squat Shearwall</i>	73
Lampiran 6. Program OpenSees - Analisis <i>Gravity Squat Shearwall</i>	76
Lampiran 7. Program OpenSees - Analisis <i>Time History Squat Shearwall</i>	77
Lampiran 8. Program OpenSees - <i>Run Time History Squat Shearwall</i>	79

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

1. h : tinggi *shearwall* (meter)
2. d : lebar *shearwall* (meter)
3. w : tebal *shearwall* (meter)
4. f_c' : kuat tekan beton (MPa)
5. f_y : mutu baja tulangan (MPa)
6. E : modulus elastisitas baja (MPa)
7. p : *strainhardening ratio*
8. c : *concrete cover* (meter)
9. n : jumlah tulangan (buah)
10. dB : diameter tulangan (meter)
11. μ_Δ : daktilitas perpindahan
12. Δ_u : perpindahan ultimit (meter)
13. Δ_y : perpindahan *yield*/leleh (meter)
14. μ_θ : daktilitas rotasi
15. θ_u : rotasi ultimit (meter)
16. θ_y : rotasi *yield*/leleh (meter)