

TUGAS AKHIR
PERILAKU HISTERETIK PASANGAN DINDING
TERKEKANG BETON NORMAL DENGAN VARIASI
KETEBALAN DINDING

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya



NUR AISYAH RAMADHAN
03011282025060

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PERILAKU HISTERETIK PASANGAN DINDING
TERKEKANG BETON NORMAL DENGAN VARIASI
KETEBALAN DINDING**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

**NUR AISYAH RAMADHAN
03011282025060**


Dosen Pembimbing I,


Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

**Palembang, Juli 2024
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,**


Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., IPU.
NIP. 197705172008012039

**Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,**


Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001


KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul **“Perilaku Histeretik Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal dengan Variasi Ketebalan Dinding”**. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE., MSi, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., IPU., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penelitian program ANSYS.
6. Ibu Ir. Sakura Yulia Iryani, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Orang tua, keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian proposal tugas akhir.

Besar harapan penulis agar proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak lain yang membutuhkannya, khususnya civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Indralaya, Juli 2024



Nur Aisyah Ramadhan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
Abstrak	xii
Abstract	xiii
RINGKASAN	xiv
SUMMARY	xv
PERNYATAAN INTEGRITAS	xvi
HALAMAN PERSETUJUAN	xvii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xviii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton	5
2.1.1. Material Penyusun Beton	5
2.2. Beton Normal.....	8
2.3. Beton Bertulang	9
2.4. Dinding Terkekang Beton.....	10
2.5. Baja Tulangan	11

2.6. Dinding	14
2.7. Beban Siklik.....	17
2.8. Kurva Histeretik.....	18
2.9. Daktilitas	20
2.10. <i>Finite Element Method</i>	21
2.10.1. Matriks dalam <i>Finite Element Method</i>	23
2.10.2. Metode Pemecahan Kasus Non-Linier.....	25
2.10.3. Persamaan Non-Linier untuk Mendapatkan Solusi Numerik	28
2.11. ANSYS	29
2.12. Penelitian Terdahulu	32
2.12.1. Penelitian Ibrar dkk., (2022)	32
2.12.2. Penelitian Yacila dkk., (2019).....	34
2.12.3. Penelitian Qin dkk., (2021)	36
2.12.4. Penelitian Peng dkk., (2018)	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1. Umum	45
3.2. Studi Literatur	45
3.3. Pengumpulan Data Sekunder	45
3.4. Model Struktur	47
3.5. Pemodelan Struktur dengan Program ANSYS	50
3.6. <i>Boundary Condition</i> Pada Struktur PDT	52
3.7. Alur Penelitian	52
3.8. <i>Input Data</i> ANSYS	54
3.9. <i>Meshing</i>	55
3.10. <i>Solving</i>	55
3.11. Analisis dan Pembahasan	55
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	56
4.1. Detail Pemodelan Struktur Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal dengan Variasi Tebal Dinding	56
4.2. Pemodelan Struktur Pasangan Dinding Terkekang menggunakan Program ANSYS.....	58
4.3. <i>Input Data</i>	62

4.3.1. <i>Material Properties</i> Beton.....	62
4.3.2. <i>Material Properties</i> Baja Tulangan	62
4.3.3. Pembebanan	63
4.4. <i>Meshing</i> Struktur Elemen Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal	63
4.5. Analisis <i>Output</i> Program ANSYS Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal.....	64
4.5.1. Analisis <i>Output</i> Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal PDT-1 .	64
4.5.2. Analisis <i>Output</i> Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal PDT-2 .	70
4.5.3. Analisis <i>Output</i> Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal PDT-3 .	77
4.6. Daktilitas	84
4.6.1. Daktilitas struktur PDT-1	85
4.6.2. Daktilitas struktur PDT-2	86
4.6.3. Daktilitas struktur PDT-3	87
4.7. Kekakuan dan Kekuatan	88
4.7.1. Kekakuan dan kekuatan struktur PDT-1	89
4.7.2. Kekakuan dan kekuatan struktur PDT-2	91
4.7.3. Kekakuan dan kekuatan struktur PDT-3	93
4.8. Disipasi Energi Kumulatif	98
4.8.1. Disipasi energi kumulatif struktur PDT-1	98
4.8.2. Disipasi energi kumulatif struktur PDT-2	99
4.8.3. Disipasi energi kumulatif struktur PDT-3	101
BAB V PENUTUP	104
5.1. Kesimpulan	104
5.2. Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	107

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Wilayah Rawan Gempa (SNI 1726-2019)	1
Gambar 2.1. Baja tulangan polos (SNI 2052:2017).....	11
Gambar 2.2. Baja tulangan ulir (SNI 2052:2017)	12
Gambar 2.3. Baja tulangan ulir curam (SNI 2052:2017).....	13
Gambar 2.4. Baja tulangan ulir tulang ikan (SNI 2052:2017)	13
Gambar 2.5. Beban Lateral Siklik (ACI 374.1-05 2019, <i>re-approved</i>)	17
Gambar 2.6. Kurva tegangan-regangan untuk beban siklik (Wight, 2016). ...	17
Gambar 2.7. Kurva histeretik (Kuang dan Wang 2014)	18
Gambar 2.8. Degradasi kekakuan kurva histeretik (<i>Federal Emergency Management Agency, 2009</i>).....	19
Gambar 2.9. Degradasi kekuatan kurva histeretik (<i>Federal Emergency Management Agency, 2009</i>).....	20
Gambar 2.10. Efek <i>pinching</i> kurva histeretik (<i>Federal Emergency Management Agency, 2009</i>).....	20
Gambar 2.11. Elemen garis <i>2 nodes</i> (Logan, 2007).....	22
Gambar 2.12. Elemen 2D (Logan, 2007).....	22
Gambar 2.13. Elemen 3D (Logan,2007).....	23
Gambar 2.14. <i>Finite motion</i> dari balok 3D (Zienkiewicz dan Taylor 2000) ..	24
Gambar 2.15. <i>Modified Newton-Raphson method</i> dengan kenaikan tangen ..	26
Gambar 2.16. <i>Modified Newton-Raphson method</i> dengan masalah tangen ...	27
Gambar 2.17. <i>Secant method</i> dimulai dari prediksi K0 (Zienkiewicz dan Taylor, 2000).....	27
Gambar 2.18. Pemodelan SOLID65 (ANSYS Inc., 2013)	30
Gambar 2.19. Model elemen SOLID45 (ANSYS Inc., 2013)	30
Gambar 2.20. Model elemen LINK180 (ANSYS Inc., 2013)	31
Gambar 2.21. Penampang melintang dari benda uji (Ibrar dkk.,2022).....	33
Gambar 2.22. <i>Setup</i> benda uji (Ibrar dkk.,2022).....	33
Gambar 2.23. <i>Loading history</i> pengujian (Ibrar dkk.,2022)	34
Gambar 2.24. Detail gambar benda uji (Yacila dkk.,2019)	35

Gambar 2.25. <i>Setup</i> benda uji (Yacila dkk.,2019)	35
Gambar 2.26. <i>Loading history</i> (Yacila dkk.,2019)	36
Gambar 2.27. Detail gambar benda uji (Qin dkk., 2021).....	37
Gambar 2.28. <i>Setup</i> benda uji (Qin dkk., 2021)	38
Gambar 2.29. <i>Loading History</i> (Qin dkk., 2021).....	39
Gambar 2.30. Detail geometri dan perkuatan rangka spesimen (Peng dkk., 2018)	40
Gambar 2.31. Gambar benda uji (Peng dkk., 2018)	40
Gambar 2.32. <i>Setup</i> benda uji (Peng dkk., 2018)	41
Gambar 2.33. <i>Loading history</i> (Peng dkk., 2018).....	43
Gambar 3.1. Kurva tegangan-regangan beton (Arief, dkk., 2024)	46
Gambar 3.2. Gambar kurva tegangan-regangan dengan persamaan Hognestad (Wight, 2016)	46
Gambar 3.3. Benda uji PDT-1 (Arief, dkk.,2024)	47
Gambar 3.4. Benda uji PDT-2 (Arief, dkk.,2024)	48
Gambar 3.5. Tulangan penampang balok atas, balok pengikat bawah, dan kolom (Arief, dkk.,2024)	48
Gambar 3.6. Tulangan longitudinal menerus ke dalam fondasi PDT-1 dan PDT-2 (Arief, dkk.,2024).....	49
Gambar 3.7. Skema pembebanan dan lokasi <i>transducer</i> (Arief, dkk.,2024)..	49
Gambar 3.8. Pemodelan <i>nodes</i> struktur pasangan dinding terkekang beton normal menggunakan program ANSYS APDL.....	50
Gambar 3.9. Pemodelan elemen SOLID 65 struktur pasangan dinding terkekang beton normal menggunakan program ANSYS APDL.	51
Gambar 3.10. Pemodelan elemen LINK 180 struktur dinding terkekang beton normal menggunakan program ANSYS APDL.....	51
Gambar 3.11. Perletakan pada pemodelan struktur PDT menggunakan program ANSYS	52
Gambar 3.12. Diagram alir (<i>flowchart</i>) dari metodologi penelitian	54
Gambar 4.1. (a) Gambar Stuktur PDT-1 (b) Gambar Struktur PDT-2 (c) Gambar Struktur PDT-3	58

Gambar 4.2. Pemodelan <i>nodes</i> pada struktur pasangan dinding terkekang beton normal pada program ANSYS APDL.....	59
Gambar 4.3. Pemodelan elemen SOLID 65 dan SOLID 45 PDT-1 struktur pasangan dinding terkekang pada ANSYS APDL.....	60
Gambar 4.4. Pemodelan elemen SOLID 65 dan SOLID 45 PDT-2 struktur pasangan dinding terkekang pada ANSYS APDL.....	60
Gambar 4.5. Pemodelan elemen SOLID 65 dan SOLID 45 PDT-3 struktur pasangan dinding terkekang pada ANSYS APDL.....	61
Gambar 4.6. Pemodelan LINK 180 struktur tulangan pasangan dinding terkekang beton normal pada ANSYS APDL.....	61
Gambar 4.7. Siklus Pembebanan Struktur PDT.....	63
Gambar 4.8. <i>Meshing</i> elemen pada pasangan dinding terkekang beton normal	64
Gambar 4.9. Perbandingan hasil uji eksperimental Arief, dkk. (2024) dan pemodelan ANSYS PDT-1.	65
Gambar 4.10. Kontur tegangan pemodelan PDT-1 dengan <i>drift ratio</i> 1,15% dan -1,15%	67
Gambar 4.11. Pola retak PDT-1 (Arief, dkk., 2024).....	68
Gambar 4.12. Kontur perpindahan pemodelan PDT-1 dengan <i>drift ratio</i> 1,15% dan -1,15%	70
Gambar 4.13. Perbandingan hasil uji eksperimental Arief, dkk. (2024) dan pemodelan menggunakan program ANSYS struktur PDT-2.....	71
Gambar 4.14. Kontur tegangan pemodelan PDT-2 dengan <i>drift ratio</i> 1,50% dan -1,50%	73
Gambar 4.15. Pola retak PDT-2 (Arief, dkk.,2024).....	75
Gambar 4.16. Kontur perpindahan pemodelan PDT-2 dengan <i>drift ratio</i> 1,50% dan -1,50%	77
Gambar 4.17. Kurva histeretik pasangan dinding terkekang beton normal dengan variasi ketebalan dinding	78
Gambar 4.18. Kontur tegangan pemodelan struktur PDT-3 dengan <i>drift ratio</i> 2,0% dan -1,69%	81

Gambar 4.19. Kontur perpindahan pemodelan PDT-3 dengan <i>drift ratio</i> 2% untuk pembebanan dorong dan -1,69% untuk pembebanan tarik.....	83
Gambar 4.20. Kurva <i>envelope</i> struktur PDT-1	85
Gambar 4.21. Kurva <i>envelope</i> struktur PDT-2	86
Gambar 4.22. Kurva <i>envelope</i> struktur PDT-3	87
Gambar 4.23. Kurva hubungan antara <i>drift ratio</i> dan kekakuan struktur PDT-1	89
Gambar 4.24. Kurva <i>backbone</i> struktur PDT-1	90
Gambar 4.25. Kurva hubungan antara <i>drift ratio</i> dan kekakuan struktur PDT-2	91
Gambar 4.26. Kurva <i>backbone</i> struktur PDT-2	92
Gambar 4.27. Kurva hubungan antara <i>drift ratio</i> dan kekakuan struktur PDT-3	93
Gambar 4.28. Kurva gabungan <i>drift ratio</i> dan kekakuan struktur PDT-1, PDT-2, PDT-3.....	94
Gambar 4.29. Kurva <i>backbone</i> struktur PDT-3	97
Gambar 4.30. Kurva <i>backbone</i> gabungan PDT-1, PDT-2, PDT-3	97
Gambar 4.31. Kurva hubungan <i>drift ratio</i> dan disipasi energi kumulatif struktur PDT-1	99
Gambar 4.32. Kurva hubungan <i>drift ratio</i> dan disipasi energi kumulatif struktur PDT-2	100
Gambar 4.33. Kurva hubungan <i>drift ratio</i> dan disipasi energi kumulatif struktur PDT-3	102
Gambar 4.34. Kurva hubungan <i>drift ratio</i> dan disipasi energi gabungan PDT-1, PDT-2 dan PDT-3	102

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Ukuran baja tulangan beton polos.....	14
Tabel 2.2 Ukuran baja tulangan beton sirip/ulir.....	16
Tabel 4.1 Material Properties baja tulangan	62
Tabel 4.2 Persentase perbandingan nilai maksimum dan minimum dari beban lateral antara hasil uji eksperimental oleh Arief, dkk. (2024) dan pemodelan ANSYS PDT-1 pada <i>drift ratio</i> 1,15% dan -1,15%	66
Tabel 4.3 Persentase perbandingan nilai maksimum dan minimum dari beban lateral antara hasil uji eksperimental Arief, dkk. (2024) dan pemodelan ANSYS PDT-2 pada <i>drift ratio</i> maksimum.....	72
Tabel 4.4 Hasil analisis berupa beban maksimum pada <i>drift ratio</i> maksimum struktur PDT serta perpindahan masing-masing struktur PDT dengan variasi ketebalan dinding	79
Tabel 4.5 <i>Drift ratio</i> maksimum pasangan dinding tekekang beton normal.....	80
Tabel 4.6 Nilai defleksi maksimum PDT-1, PDT-2, PDT-3.....	84
Tabel 4.7 Daktilitas struktur PDT-1	85
Tabel 4.8 Daktilitas struktur PDT-2.....	86
Tabel 4.9 Daktilitas struktur PDT-3.....	87
Tabel 4.10 Perbandingan nilai daktilitas struktur PDT-1, PDT-2, dan PDT-3	88
Tabel 4.11. Nilai penurunan kekakuan struktur PDT-1	89
Tabel 4.12 Nilai kekuatan struktur PDT-1 pada tiap <i>drift ratio</i>	91
Tabel 4.13 Nilai penurunan kekakuan struktur PDT-2	92
Tabel 4.14 Nilai kekuatan struktur PDT-2 pada tiap <i>drift ratio</i>	93
Tabel 4.15 Nilai penurunan kekakuan struktur PDT-3	95
Tabel 4.16. Nilai penurunan dorong kekakuan struktur PDT-1, PDT-2, PDT-3..	96
Tabel 4.17 Nilai penurunan tarik kekakuan struktur PDT-1, PDT-2, PDT-3	96
Tabel 4.18 Nilai kekuatan struktur PDT-3 pada tiap <i>drift ratio</i>	98
Tabel 4.19 Nilai disipasi energi kumulatif struktur PDT-1.....	98
Tabel 4.20 Nilai disipasi energi kumulatif struktur PDT-2.....	100
Tabel 4.21 Nilai disipasi energi kumulatif struktur PDT-3.....	101
Tabel 4.22 Nilai disipasi energi kumulatif gabungan struktur PDT	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar Asistensi Tugas Akhir.....	110
2. Hasil Seminar Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir.....	112
3. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	113
4. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir	114

PERILAKU HISTERETIK PASANGAN DINDING TERKEKANG BETON NORMAL DENGAN VARIASI KETEBALAN DINDING

Nur Aisyah Ramadhan¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: nuraisyahramadhan22@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: salomaunsri@gmail.com

³⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: sitiaisyahn@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Dinding terkekang beton adalah bangunan dengan dinding bata sebagai struktur utama dengan balok dan kolom pengikat sebagai pengekang. Dinding merupakan elemen bangunan yang membatasi antar ruang dan memiliki beberapa fungsi, seperti sebagai pembatas antara ruang dalam dan luar, penghalang sinar/cahaya, hujan, angin, serta debu-debu alami. ANSYS adalah sebuah perangkat lunak yang bertujuan untuk menyelesaikan bermacam-macam masalah rekayasa teknik secara numerik dengan menggunakan metode elemen hingga. Hasil dari analisis berupa kurva histeresis, daktilitas, kekakuan, dan disipasi energi kumulatif. Mengamati perbedaan kinerja kekuatan struktur dinding terkekang beton normal yang menggunakan ketebalan dinding sebagai variasi. Dibandingkan dengan PDT-1 dan PDT-2, model PDT-3 memiliki nilai *drift ratio* yang paling besar. Diantara PDT-1, PDT-2 dan PDT-3 nilai daktilitas terbesar dimiliki oleh PDT-1 dan nilai daktilitas paling kecil dimiliki oleh PDT-3. Model PDT-3 mempunyai nilai kekuatan, kekakuan, serta disipasi energi kumulatif yang paling tinggi karena mampu menahan beba yang paling besar. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa ketebalan dinding mempengaruhi kekuatan dinding terkekang beton dalam menahan beban siklik.

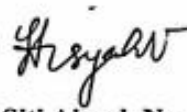
Kata Kunci: beban siklik, dinding terkekang beton, metode elemen hingga, tebal dinding

Palembang, Juli 2024
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001



Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., IPU.
NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

HYSTERETIC BEHAVIOR OF NORMAL CONCRETE CONFINED MASONRY WALLS WITH VARIOUS WALL THICKNESSES

Nur Aisyah Ramadhan¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: nuraisyahramadhan22@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: salomaunsri@gmail.com

³⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: sitiaisyahn@ft.unsri.ac.id

Abstract

Concrete confined walls are buildings with brick walls as the main structure with tie beams and columns as restraints. The wall is a building element that limits the space between rooms and has several functions, such as a barrier between inner and outer space, a barrier to light, rain, wind, and natural dust. ANSYS is a software that aims to solve various engineering problems numerically using the finite element method. The results of the analysis are hysteresis curves, ductility, stiffness, and cumulative energy dissipation. Observed the difference in strength performance of normal concrete confined wall structure using wall thickness as variation. Compared with PDT-1 and PDT-2, PDT-3 model has the largest drift ratio value. Among PDT-1, PDT-2 and PDT-3, PDT-1 has the largest ductility value and PDT-3 has the smallest ductility value. The PDT-3 model has the highest strength, stiffness, and cumulative energy dissipation values because it can withstand the largest load. The results of this study prove that wall thickness affects the strength of concrete confined walls in resisting cyclic loads.

Keywords: cyclic load, concrete confined wall, finite element method, wall thickness

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

Palembang, Juli 2024
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., IPU.
NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

RINGKASAN

PERILAKU HISTERETIK PASANGAN DINDING TERKEKANG BETON NORMAL DENGAN VARIASI KETEBALAN DINDING

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, Juli 2024

Nur Aisyah Ramadhan; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. dan
Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., IPU.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 109 halaman, 80 gambar, 24 tabel,

Dinding terkekang beton adalah bangunan dengan dinding bata sebagai struktur utama dengan balok dan kolom pengikat sebagai pengekang. Dinding merupakan elemen bangunan yang membatasi antar ruang dan memiliki beberapa fungsi, seperti sebagai pembatas antara ruang dalam dan luar, penghalang sinar/cahaya, hujan, angin, serta debu-debu alami. ANSYS adalah sebuah perangkat lunak yang bertujuan untuk menyelesaikan bermacam-macam masalah rekayasa teknik secara numerik dengan menggunakan metode elemen hingga. Hasil dari analisis berupa kurva histeresis, daktilitas, kekakuan, dan disipasi energi kumulatif. Mengamati perbedaan kinerja kekuatan struktur dinding terkekang beton normal yang menggunakan ketebalan dinding sebagai variasi. Dibandingkan dengan PDT-1 dan PDT-2, model PDT-3 memiliki nilai *drift ratio* yang paling besar. Diantara PDT-1, PDT-2 dan PDT-3 nilai daktilitas terbesar dimiliki oleh PDT-1 dan nilai daktilitas paling kecil dimiliki oleh PDT-3. Model PDT-3 mempunyai nilai kekuatan, kekakuan, serta disipasi energi kumulatif yang paling tinggi karena mampu menahan beban yang paling besar. Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa ketebalan dinding mempengaruhi kekuatan dinding terkekang beton dalam menahan beban siklik.

Kata Kunci: beban siklik, dinding terkekang beton, metode elemen hingga, tebal dinding

SUMMARY

HYSTERETIC BEHAVIOR OF NORMAL CONCRETE CONFINED MASONRY WALLS WITH VARIOUS WALL THICKNESSES

Scientific papers in form of Final Projects, Julyth 2024

Nur Aisyah Ramadhan; Guide by Advisor Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. and Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., IPU.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 109 pages, 80 images, 24 tables

Concrete confined walls are buildings with brick walls as the main structure with tie beams and columns as restraints. The wall is a building element that limits the space between rooms and has several functions, such as a barrier between inner and outer space, a barrier to light, rain, wind, and natural dust. ANSYS is a software that aims to solve various engineering problems numerically using the finite element method. The results of the analysis are hysteresis curves, ductility, stiffness, and cumulative energy dissipation. Observed the difference in strength performance of normal concrete confined wall structure using wall thickness as variation. Compared with PDT-1 and PDT-2, PDT-3 model has the largest drift ratio value. Among PDT-1, PDT-2 and PDT-3, PDT-1 has the largest ductility value and PDT-3 has the smallest ductility value. The PDT-3 model has the highest strength, stiffness, and cumulative energy dissipation values because it can withstand the largest load. The results of this study prove that wall thickness affects the strength of concrete confined walls in resisting cyclic loads.

Key Words: cyclic load, confined masonry wall, finite element method, wall thickness

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

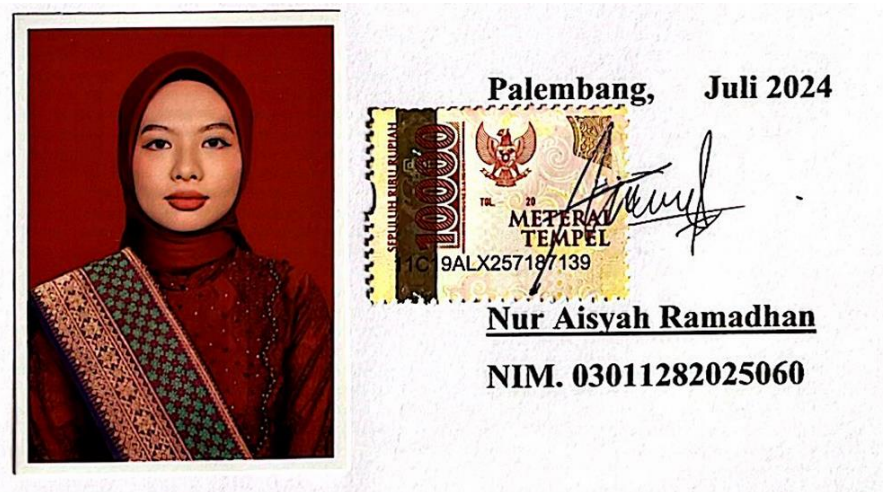
Nama : Nur Aisyah Ramadhan

NIM : 03011282025060

Judul : Perilaku Histeretik Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal dengan Variasi Ketebalan Dinding

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.





HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Perilaku Histeretik Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal dengan Variasi Ketebalan Dinding” yang disusun oleh Nur Aisyah Ramadhan, 03011282025060 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal Juli 2024.

Palembang, Juli 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Dosen Pembimbing:

1. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. ()
NIP. 197610312002122001
2. Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., IPU. ()
NIP. 197705172008012039

Dosen Penguji:

3. Anthony Costa, S.T., M.T. ()
NIP. 199007222019031014

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Aisyah Ramadhan

NIM : 03011282025060

Judul : Perilaku Histeretik Pasangan Dinding Terkekang Beton Normal dengan Variasi Ketebalan Dinding

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2024



Nur Aisyah Ramadhan

NIM. 03011182025001

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Nur Aisyah Ramadhan
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : nuraisyahramadhan22@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Negeri 57 Palembang	-	-	SD	2008-2014
SMP Negeri 50 Palembang	-	-	SMP	2014-2017
SMA YPI Tunas Bangsa Palembang	-	IPA	SMA	2017-2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



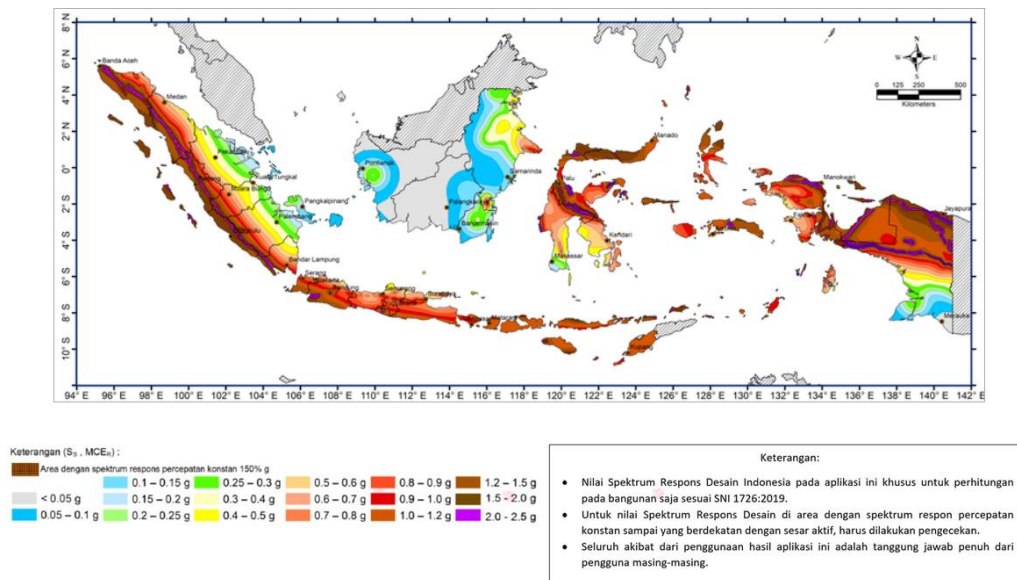
(Nur Aisyah Ramadhan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki kondisi dan lokasi geografis yang meningkatkan potensi terjadinya bencana alam. Sebagai negara kepulauan, Indonesia terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik besar: Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Indo-Australia. Pertemuan antara ketiga lempeng ini membuat sebagian wilayah Indonesia menjadi daerah rawan gempa bumi. Daerah-daerah yang rawan gempa bumi di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Wilayah Rawan Gempa (SNI 1726-2019)

Dalam upaya mengurangi resiko akibat terjadinya bencana gempa bumi, maka perlu direncanakan bangunan tahan gempa. Pengembangan teknologi infrastruktur tahan gempa ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kerugian, baik dari segi ekonomi maupun jumlah korban jiwa yang ditimbulkan. Gempa bumi menyebabkan bangunan menerima beban seismik. Beban seismik terjadi akibat pergeseran atau benturan lempeng tektonik bumi yang terjadi pada daerah patahan yang menyebabkan terjadinya getaran. Dalam perencanaan struktur bangunan, beban seismik ini termasuk beban yang penting untuk diperhitungkan karena dapat menyebabkan kerusakan struktur bangunan mulai dari kerusakan ringan hingga

berat serta dapat membahayakan nyawa manusia yang sedang berada di dalam bangunan.

Di antara berbagai solusi yang tersedia untuk meningkatkan kinerja struktur yang ada, pasangan dinding terkekang (*confined masonry wall*) telah diusulkan dalam beberapa tahun terakhir. Struktur dinding interior bangunan, biasanya menggunakan pasangan bata sebagai materialnya, mendukung beban gempa yang bekerja di searah bidang. Hal ini mengharuskan konstruksi dilengkapi dengan elemen horizontal dan elemen vertikal. Elemen-elemen penguat dipasang setelah pemasangan bata selesai. Dengan demikian, struktur dinding ini dianggap sebagai pasangan dinding terkekang (*confined masonry wall*) (Shafira dkk., 2022). Pada struktur pasangan dinding terkekang beton, tegangan akibat gempa direspon oleh unsur-unsur horizontal, vertikal dan/atau diagonal secara bersama-sama. Hal ini dapat meningkatkan kekakuan dan kekuatan dari sistem struktur secara keseluruhan, terutama terhadap beban lateral termasuk beban seismik/beban gempa. (Shafira dkk., 2022).

Pasangan dinding terkekang beton normal dan perilaku histeretiknya memiliki hubungan dalam konteks rekayasa struktur. Dalam rekayasa struktur, hal ini mengacu pada respon material struktur yang tidak hanya bergantung pada beban saat ini, tetapi juga dipengaruhi oleh beban sebelumnya. Hubungan antara dinding beton bertulang dengan perilaku histeretik adalah ketika dinding mengalami beban lateral yang signifikan seperti gempa bumi, maka kemungkinan besar perilaku histeretik akan terjadi di seluruh struktur dinding. Hal ini akan mengakibatkan dinding mengalami deformasi plastis ketika mengalami beban siklik, dan deformasi ini dapat bersifat permanen sehingga menyebabkan kerusakan struktur.

Variasi ketebalan dinding dapat mempengaruhi perilaku histeretik pada pasangan dinding terkekang beton normal. Ketebalan dinding dapat bervariasi seperti 75 mm, 100 mm, dan 130 mm ketebalan dinding berpengaruh pada pasangan dinding terkekang beton normal terhadap kekuatan dan kekakuan dari dinding saat diberikan beban. Oleh karena itu, penelitian ini akan menganalisis pengaruh variasi ketebalan dinding terhadap perilaku histeretik pada pasangan dinding terkekang beton normal menggunakan analisis numerik dengan program ANSYS. Program ANSYS yang digunakan dalam analisis ini adalah ANSYS *Mechanical* APDL.

Penelitian ini akan melakukan pemodelan benda uji yang kemudian dibagi menjadi bagian-bagian kecil dan dihubungkan dengan *nodes* agar menjadi satu kesatuan. Program ANSYS memberikan hasil analisis berupa pendekatan dengan metode analisis numerik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian perilaku histeretik pasangan dinding terkekang beton normal dengan variasi ketebalan dinding adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisis kinerja struktur pasangan dinding terkekang beton normal terhadap beban lateral siklik yang dianalisis menggunakan program ANSYS?
2. Bagaimana metode analisis kinerja pasangan dinding terkekang beton normal yang diberikan variasi ketebalan dinding terhadap beban lateral siklik?
3. Bagaimana hasil analisis kinerja pasangan dinding terkekang beton normal yang diberikan variasi ketebalan dinding terhadap beban lateral siklik?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian mengenai perilaku histeretik pasangan dinding terkekang beton normal dengan variasi ketebalan dinding ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan dan memvalidasi kinerja struktur pasangan dinding terkekang beton normal berdasarkan analisis menggunakan program ANSYS.
2. Mengkaji metode analisis kinerja pasangan dinding terkekang beton normal dengan variasi ketebalan dinding terhadap beban lateral siklik menggunakan program ANSYS.
3. Menganalisis serta membandingkan kinerja struktur pasangan dinding terkekang beton normal dengan variasi ketebalan dinding terhadap beban lateral siklik.

1.4. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari tugas akhir untuk penelitian pemodelan numerik pada pasangan dinding terkekang beton normal ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis pasangan dinding terkekang beton normal menggunakan metode elemen hingga dengan program ANSYS APDL.
2. Pemodelan struktur pasangan dinding terkekang dalam program ANSYS menggunakan elemen SOLID65 untuk material beton dan batu bata, elemen SOLID45 untuk pelat baja, dan elemen LINK180 untuk baja tulangan, semuanya dianalisis dengan metode elemen hingga.
3. Beban yang digunakan dalam penelitian ini adalah beban siklik.
4. Struktur yang dimodelkan dalam penelitian ini berdasarkan pengujian eksperimental yang dilakukan oleh Arief, dkk. (2024) pada benda uji PDT-2 dan PDT-4.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 374. (2019). *Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary*.
- ACI Committee 437. (2019). *Strength Evaluation of Existing Concrete Buildings*.
- ACI Committee 440. (2015). *Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with fiber-reinforced polymer FRP bars*. American Concrete Institute.
- ANSYS Inc. (2013). *ANSYS Mechanical APDL Introductory Tutorials*.
<http://www.ansys.com>
- Arief, A., Nurjannah, S. A., Megantara, Y., Rusli, M., Putra, F. E., & Noviyanto, A. (2024). Experimental study of confined masonry walls with lap splice reinforcement subjected to cyclic loads. *Engineering Structures*, 301(November 2023), 117247.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.117247>
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 03-1726-2019. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, 8, 254.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2013). SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Bsn*, 265.
- Badshah, M., Badshah, S., & Jan, S. (2020). Comparison of computational fluid dynamics and fluid structure interaction models for the performance prediction of tidal current turbines. *Journal of Ocean Engineering and Science*, 5(2), 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.joes.2019.10.001>
- Budiono, B. numerical modeling of partially pre-stressed beam-column sub-assemblages made of reactive powder concrete, Nurjannah, S. A., & Imran, I. (2019). Non-linear numerical modeling of partially pre-stressed beam-column

sub-assemblages made of reactive powder concrete. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 51(1), 28–47.
<https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2019.51.1.3>

Cook, R. D., Malkus, D. S., & Plesha, M. E. (1989). Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 3rd Edition. *United States of America: Wiley*.

Cook, R. D., Malkus, D. S., Plesha, M. E., & Witt, R. J. (2001). Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 4th Edition. *United States of America: Wiley*.

Federal Emergency Management Agency. (2009). Effects of strength and stiffness degradation on seismic response. *Fema P440a*, June, 312.
www.ATCouncil.org

FEMA 356. (2000). *Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings*.

Hanafi, M. F., & Idris, Y. (2019). Perbandingan Kuat Tekan Dinding Tanpa Plesteran dengan Plesteran Trassram Akibat Pengaruh Perendaman Air Tawar , Air Payau dan Air Asin. *Journal of the Civil Engineering Student*, 1(2), 78–85.

Ibrar, M., Naseer, A., Ashraf, M., Badshah, E., & Ullah, S. (2022). Evaluation of confined masonry walls with varying sizes of confining elements and reinforcement ratios against cyclic loading. *Journal of Building Engineering*, 50(August 2021), 104094. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.104094>

Leal-Graciano, J. M., Quiñónez, B., Rodríguez-Lozoya, H. E., Pérez-Gavilán, J. J., & Lizárraga-Pereda, J. F. (2020). Use of GFRP as retrofit alternative for confined masonry walls with window opening subjected to in-plane lateral load. *Engineering Structures*, 223(June 2019), 111148.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111148>

Logan, D. L. (2017). A First Course in the Finite Element Method, 6th Edition. *Cengage Learning*. Federal Emergency Management Agency. (2009).

Effects of strength and stiffness degradation on seismic response. *Fema P440a, June*, 312. www.ATCouncil.org

Federal Emergency Management Agency. (2009). Effects of strength and stiffness degradation on seismic response. *Fema P440a, June*, 312. www.ATCouncil.org

Ibrar, M., Naseer, A., Ashraf, M., Badshah, E., & Ullah, S. (2022). Evaluation of confined masonry walls with varying sizes of confining elements and reinforcement ratios against cyclic loading. *Journal of Building Engineering*, 50(August 2021), 104094. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104094>

Peng, Q., Zhou, X., & Yang, C. (2018). Influence of connection and constructional details on masonry-pengisied RC frames under cyclic loading. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 108(December 2017), 96–110. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.02.009>

Qin, C., Bai, G., Wu, T., Wang, B., & Fu, G. (2021). Seismic behavior of unreinforced and confined masonry walls using innovative sintered insulation shale blocks under cyclic in-plane loading. *Construction and Building Materials*, 268, 121063. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121063>

Shafira, M., Ulza, A., Mahlil, & Abdullah, N. (2022). Pemodelan Mikro Dinding Bata Terkekang Menggunakan Aplikasi Ansys 2021 R2. *Journal of The Civil Engineering Student*, 4(2), 106–112.

Yacila, J., Salsavilca, J., Tarque, N., & Camata, G. (2019). Experimental assessment of confined masonry walls retrofitted with SRG under lateral cyclic loads. *Engineering Structures*, 199(August), 109555. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109555>

Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. (2000). The Finite Element Method Fifth Edition Volume 2 : Solid Mechanics. In *Butterworth-Heinemann*. https://doi.org/10.3156/jfuzzy.6.2_246