

TUGAS AKHIR
KINERJA DINDING TIPIS *NANOCOMPOSITE POLYMER*
DENGAN VARIASI DIMENSI SAYAP DAN TULANGAN
DENGAN PEMBEBANAN SIKLIK

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



M. FATHAN AL ADIYATU AWALI
03011382126135

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Fathan Al Adiyatu Awali

NIM : 03011382126135


Judul : Kinerja Dinding Tipis *Nanocomposite Polymer* dengan Variasi Dimensi Sayap dan Tulangan dengan Pembebanan Siklik

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

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



Palembang, Februari 2025



METERAL
TEMPEL
931B5AMX139096633

M. Fathan Al Adiyatu Awali
NIM. 03011382126135

HALAMAN PENGESAHAN

**KINERJA DINDING TIPIS *NANOCOMPOSITE POLYMER*
DENGAN VARIASI SAYAP DAN TULANGAN DENGAN
PEMBEBANAN SIKLIK**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

M. FATHAN AL ADIYATU AWALI

03011382126135

Palembang, Maret 2025

Diperiksa dan disetujui oleh,

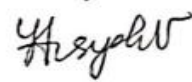
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



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

NIP. 197610312002122001



Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

NIP. 197610312002122001



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Kinerja Dinding Tipis *Nanocomposite Polymer* dengan Variasi Dimensi Sayap dan Tulangan dengan Pembebanan Siklik” yang disusun oleh M. Fathan Al Adiyatu Awali, NIM. 03011382126135 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Februari 2025.

Palembang, 26 Februari 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir:

Ketua:

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

Anggota:

3. Dr. Ir. Hanafiah, M.S. ()
NIP. 195603141985031002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.
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 : M. Fathan Al Adiyatu Awali

NIM : 03011382126135

Judul : Kinerja Dinding Tipis *Nanocomposite Polymer* dengan Variasi Dimensi Sayap dan Tulangan dengan Pembebanan Siklik

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 saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2025



M. Fathan Al Adiyatu Awali
NIM. 03011382126135

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : M. Fathan Al Adiyatu Awali
Jenis Kelamin : Laki-laki
E-mail : muhammadfathan555@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

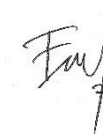
Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD N 12 LAHAT	-	-	SD	2009 - 2015
MTs N 1 LAHAT	-	-	SMP	2015 - 2018
MAN IC OKI	-	IPA	SMA	2018 - 2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021- 2025

Riwayat Organisasi:

Nama Organisasi	Jabatan	Periode
Ikatan Mahasiswa Sipil	Anggota	2022/2023

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



M. Fathan Al Adiyatu Awali
03011382126135

RINGKASAN

KINERJA DINDING TIPIS *NANOCOMPOSITE POLYMER* DENGAN VARIASI SAYAP DAN TULANGAN DENGAN PEMBEBANAN SIKLIK

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir,

M. Fathan Al Adiyatu Awali; Dimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T.,M.T. dan Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 83 halaman, 57 gambar, 17 tabel

Dinding tipis beton merupakan salah satu elemen struktural yang didesain tahan terhadap gempa. Kesulitan pemadatan beton konvensional akibat kerapatan tulangan dapat diatasi dengan material *nanocomposite polymer*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dinding tipis beton *nanocomposite polymer* dengan variasi dimensi sayap dan tulangan akibat beban siklik. Analisis pada penelitian ini menggunakan *finite element method*. Output dari analisis berupa kurva histeresis, kontur tegangan, daktilitas, kekakuan, dan disipasi energi kumulatif. Kekuatan struktur dinding tipis dengan beton normal dibandingkan dengan kinerja kekuatan struktur dinding tipis menggunakan variasi *nanocomposite polymer* dengan variasi rasio tulangan. Spesimen Tanpa Sayap, Dua Sayap @130, dan M2T NP mampu mencapai *drift ratio* yang sama dengan M2T dibandingkan Dua Sayap @65. Spesimen Tanpa Sayap, Dua Sayap @130, Dua Sayap @65 dan M2T NP memiliki nilai daktilitas yang hampir sama dan termasuk dalam *high ductility demand*. Nilai disipasi energi kumulatif terbesar dimiliki oleh Tanpa Sayap karena mampu mencapai *drift ratio* paling tinggi, yaitu 1,8% pada arah pembebanan dorong dan 1,8% pada arah pembebanan tarik. Hasil penelitian ini menunjukkan variasi dimensi sayap dan tulangan mempengaruhi kinerja struktur dinding tipis menahan beban siklik.

Kata kunci: beban siklik, dinding tipis, metode elemen hingga, *nanocomposite polymer*

SUMMARY

PERFORMANCE OF THIN WALL POLYMER NANOCOMPOSITE WITH VARIATION OF FLANGE AND REINFORCEMENTS UNDER CYCLIC LOADING

Scientific papers in form of Final Projects,

M. Fathan Al Adiyatu Awali; Dimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T.,M.T. dan Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 83 pages, 57 images, 17 tables

Thin concrete walls are one of the structural elements designed to be earthquake resistant. Conventional concrete compaction cleaning due to reinforcement density can be overcome with polymer nanocomposite materials. This study aims to analyze the performance of thin polymer nanocomposite concrete walls with variations in flange and reinforcement dimensions due to cyclic loads. The analysis in this study uses the finite element method. The output of the analysis is in the form of hysteresis curves, stress contours, ductility, stiffness, and cumulative energy dissipation. The strength of thin wall structures with normal concrete is compared with the strength performance of thin wall structures using variations of polymer nanocomposites with variations in reinforcement ratios. Specimens Without Flange, Two Flange @130, and M2T NP are able to achieve the same drift ratio as M2T compared to Two Flange @65. Specimens Without Flange, Two Flange @130, Two Flange @65 and M2T NP have almost the same ductility values and are included in the high ductility demand. The largest accumulated energy dissipation value is owned by Without Flange because it is able to achieve the highest drift ratio, which is 1.8% in the direction of thrust loading and 1.8% in the direction of tensile loading. The results of this study indicate that variations in flange and reinforcement dimensions affect the performance of thin wall structures to withstand cyclic loads.

Keywords: cyclic loads, thin walls, finite element method, nanocomposite polymer

KINERJA DINDING TIPIS NANOCOMPOSITE POLYMER DENGAN VARIASI SAYAP DAN TULANGAN DENGAN PEMBEBANAN SIKLIK

M. Fathan Al Adiyatu Awali¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: muhammadfathan555@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 tipis beton merupakan salah satu elemen struktural yang didesain tahan terhadap gempa. Kesulitan pemadatan beton konvensional akibat kerapatan tulangan dapat diatasi dengan material *nanocomposite polymer*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dinding tipis beton *nanocomposite polymer* dengan variasi dimensi sayap dan tulangan akibat beban siklik. Analisis pada penelitian ini menggunakan *finite element method*. Output dari analisis berupa kurva histeresis, kontur tegangan, daktilitas, kekakuan, dan disipasi energi kumulatif. Kekuatan struktur dinding tipis dengan beton normal dibandingkan dengan kinerja kekuatan struktur dinding tipis menggunakan variasi *nanocomposite polymer* dengan variasi rasio tulangan. Spesimen Tanpa Sayap, Dua Sayap @130, dan M2T NP mampu mencapai *drift ratio* yang sama dengan M2T dibandingkan Dua Sayap @65. Spesimen Tanpa Sayap, Dua Sayap @130, Dua Sayap @65 dan M2T NP memiliki nilai daktilitas yang hampir sama dan termasuk dalam *high ductility demand*. Nilai disipasi energi kumulatif terbesar dimiliki oleh Tanpa Sayap karena mampu mencapai *drift ratio* paling tinggi, yaitu 1,8% pada arah pembebanan dorong dan 1,8% pada arah pembebanan tarik. Hasil penelitian ini menunjukkan variasi dimensi sayap dan tulangan mempengaruhi kinerja struktur dinding tipis menahan beban siklik.

Kata kunci: beban siklik, dinding tipis, metode elemen hingga, *nanocomposite polymer*

Dosen Pembimbing I,



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

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,



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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

PERFORMANCE OF THIN WALL POLYMER NANOCOMPOSITE WITH VARIATION OF FLANGE AND REINFORCEMENTS UNDER CYCLIC LOADING

M. Fathan Al Adiyatu Awali¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: muhammadfathan555@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

Thin concrete walls are one of the structural elements designed to be earthquake resistant. Conventional concrete compaction cleaning due to reinforcement density can be overcome with polymer nanocomposite materials. This study aims to analyze the performance of thin polymer nanocomposite concrete walls with variations in flange and reinforcement dimensions due to cyclic loads. The analysis in this study uses the finite element method. The output of the analysis is in the form of hysteresis curves, stress contours, ductility, stiffness, and cumulative energy dissipation. The strength of thin wall structures with normal concrete is compared with the strength performance of thin wall structures using variations of polymer nanocomposites with variations in reinforcement ratios. Specimens Without Flange, Two Flange @130, and M2T NP are able to achieve the same drift ratio as M2T compared to Two Flange @65. Specimens Without Flange, Two Flange @130, Two Flange @65 and M2T NP have almost the same ductility values and are included in the high ductility demand. The largest accumulated energy dissipation value is owned by Without Flange because it is able to achieve the highest drift ratio, which is 1.8% in the direction of thrust loading and 1.8% in the direction of tensile loading. The results of this study indicate that variations in flange and reinforcement dimensions affect the performance of thin wall structures to withstand cyclic loads.

Keywords: cyclic loads, thin walls, finite element method, nanocomposite polymer

Dosen Pembimbing I,



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

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,



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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Kinerja Dinding Tipis *Nanocomposite Polymer* Dengan Variasi Dimensi Sayap Dan Tulangan Dengan Pembebanan Siklik**”. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Ibu Riani Muharomah, S. T., M.Si., Selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Dosen-dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ayah, Ibu dan Adik yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir.
8. Teman-teman SMA, Ledip, Wantok, Lelik, Sipa, Pebi, Daulah, Xania yang selalu menjadi tempat berbagi dan memberi dukungan serta semangat kepada penulis.
9. Teman-teman seperjuangan sejak awal kuliah, Malik, Faadhil, Rifqi, Yanto, Farah, Nayla yang selalu membantu dan berjuang bersama selama perkuliahan.
10. Teman-teman penelitian tugas akhir ANSYS, Dhafa, Azfa, Hafiz, dan dll yang telah berjuang bersama disemester akhir.

11. Bang Anggara Adjie dan bang Arie Arrafi selaku kakak tingkat yang selalu memberikan arahan dan bimbingan terkait tugas akhir
12. Seluruh mahasiswa Teknik Sipil 2021 yang selama ini berjuang bersama selama kuliah

Dalam menyusun tugas akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, 2025

M. Fathan Al Adiyatu Awali

DAFTAR ISI

PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.1.1. Penelitian Ortega, dkk., (2023).....	5
2.1.2. Penelitian Sheta, dkk., (2023).....	12
2.1.3. Penelitian Kildashti, dkk., (2021)	14
2.2. Gempa Bumi	18
2.3. Dinding Beton Tipis Bertulang	19
2.4. Dinding T.....	20
2.5. <i>Nanocomposite Polymer</i>	21
2.6. Beban Siklik.....	23

2.7.	Daktilitas	25
2.8.	Kurva Histeresis.....	26
2.9.	Baja Tulangan	28
2.10.	Program ANSYS.....	30
2.10.1	Tahapan simulasi program ANSYS secara Garis Besar	31
2.10.2	Elemen ANSYS	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		34
3.1.	Umum	34
3.2.	Studi Literatur	34
3.3.	Pengumpulan Data Sekunder.....	34
3.4.	Alur Penelitian	35
3.5.	Model Struktur	37
3.6.	Pemodelan Struktur dengan Program ANSYS	38
3.7.	Kondisi Batas	40
3.8.	Variasi Pemodelan	40
3.9.	Input Data Pada ANSYS.....	41
3.10.	<i>Meshing</i>	42
3.11.	<i>Solving</i>	42
3.12.	Analisis dan Pembahasan.....	42
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		43
4.1.	Detail Pemodelan pada Struktur Dinding Tipis dengan Variasi Dimensi Sayap dan Tulangan	43
4.2.	Pemodelan Struktur dalam ANSYS	43
4.3.	Data Input.....	48
4.3.1.	<i>Material Properties</i> Beton Normal	48
4.3.2.	<i>Material Properties</i> Baja Tulangan	48
4.3.3.	Pembebanan.....	48
4.4.	<i>Meshing</i> Elemen Struktur	49
4.5.	Analisis Output Program Ansys	49
4.5.1.	<i>Analisis Output Normal Concrete</i>	50
4.5.2.	<i>Analisis Output Nanocomposite Polymer</i>	54
4.6.	Daktilitas	68

4.6.1.	Daktilitas Model M2T	68
4.6.2.	Daktilitas Material <i>Nanocomposite Polymer</i>	69
4.7.	Kekakuan dan Kekuatan	72
4.7.1.	Kekakuan dan Kekuatan Model M2T	73
4.7.2.	Kekakuan dan Kekuatan Material <i>Nanocomposite Polymer</i> . 74	
4.8.	Disipasi Energi Kumulatif.....	77
4.8.1.	Disipasi Energi Kumulatif Model M2T	77
4.8.2.	Disipasi Energi Kumulatif Spesimen <i>Nanocomposite Polymer</i>	78
BAB 5	PENUTUP	81
5.1.	Kesimpulan	81
5.2.	Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. (a) dimensi (mm) dan tulangan dinding uji dan (b) elevasi dan penampang dinding tipikal dengan flensa (Ortega, dkk. 2023)	7
Gambar 2.2. Kurva tegangan versus regangan (Ortega, dkk., 2023).....	8
Gambar 2.3. Pengaturan pengujian (Ortega, dkk., 2023).....	9
Gambar 2.4. (a) Instrumentasi dinding uji pada sisi utara dan sisi lateral, dan (b) lokasi pengukur internal pada batang (Ortega, dkk. 2023)	9
Gambar 2.5. Protokol perpindahan beban (Ortega, dkk., 2023)	10
Gambar 2.6. Set Up Pengujian (Sheta dkk., 2023)	13
Gambar 2.7. Hasil Pembebanan (Sheta dkk., 2023)	13
Gambar 2.8. Instrumentasi uji eksperimen (Kildashti dkk., 2021)	15
Gambar 2.9. Mesin pengujian yang digunakan dalam penelitian(Kildashti dkk., 2021)	16
Gambar 2.10. Penghancuran beton di dekat ketinggian tengah (Kildashti dkk., 2021)	16
Gambar 2.11. Hasil Pembebanan (Kildashti dkk., 2021).....	17
Gambar 2.12. Pola retak dinding uji (Ortega dkk., 2023).....	24
Gambar 2.13. Daktilitas regangan.....	26
Gambar 2.14. Daktilitas Kelengkungan	26
Gambar 2.15. Daktilitas perpindahan.....	26
Gambar 2.16. <i>Histeresis Loop</i>	27
Gambar 2.17. <i>Load-displacement hysteric curve</i> (Ortega dkk., 2023)	28
Gambar 2.18. Permodelan SOLID65 (Ansys Inc., 2013)	32
Gambar 2.19. Permodelan SOLID45 (Ansys Inc., 2013)	32
Gambar 2.20. Permodelan LINK180 (Ansys Inc., 2013).....	33
Gambar 3.1. Kurva tegangan regangan Beton (Septriansyah dkk., 2021).....	35
Gambar 3.2. Kurva tegangan regangan baja tulangan (Ortega, dkk., 2023).....	35
Gambar 3.3. Diagram alur metodologi penelitian.....	37
Gambar 3.4. Model struktur dinding beton tipis bertulang (Ortega dkk., 2023) .	37

Gambar 3.5. <i>test setup</i> pembebanan (Ortega,dkk., 2023)	38
Gambar 3.6. Riwayat pembebanan siklik (Ortega,dkk.,2023).....	38
Gambar 3.7. Permodelan <i>nodes</i> dinding beton tipis bertulang pada program ANSYS	39
Gambar 3.8. Permodelan <i>element</i> SOLID65 dinding beton tipis bertulang pada program ANSYS	39
Gambar 3.9. Kondisi batas permodelan dinding beton tipis bertulang pada program ANSYS.....	40
Gambar 4.1. Detail pemodelan struktur dinding tipis M2T dan variasi dimensi sayap dan tulangan	43
Gambar 4.2. Pemodelan nodes dinding tipis beton.....	44
Gambar 4.3. Pemodelan SOLID65 dinding tipis beton	45
Gambar 4.4. Pemodelan elemen LINK180 verifikasi M2T.....	46
Gambar 4.5. Pemodelan elemen LINK180 model tanpa sayap	46
Gambar 4.6. Pemodelan elemen LINK180 model dua sayap @ 130	47
Gambar 4.7. Pemodelan elemen LINK180 model dua sayap @65	47
Gambar 4.8. Siklus beban lateral siklik	49
Gambar 4.9. Kurva <i>hyteresis</i> antara analisis ANSYS dan penelitian eksperimental	50
Gambar 4.10. Kontur tegangan beton normal pada pembebanan lateral maksimum	52
Gambar 4.11. Kondisi perpindahan verifikasi M2T	54
Gambar 4.12. Kurva <i>hyteresis</i> pemodelan <i>Nanocomposite Polymer</i> dengan variasi dimensi sayap dan tulangan	56
Gambar 4.13. Kontur tegangan model tanpa sayap pada beban lateral maksimum	60
Gambar 4.14. Kontur tegangan model DS@130 pada beban lateral maksimum .	61
Gambar 4.15. Kontur tegangan model DS@65 pada beban lateral maksimum ...	62
Gambar 4.16. Kontur tegangan model M2T NP pada beban lateral maksimum ..	63
Gambar 4.17. Kondisi perpindahan tanpa sayap pada beban lateral maksimum..	64
Gambar 4.18. Kondisi perpindahan DS@130 pada beban lateral maksimum.....	65
Gambar 4.19. Kondisi perpindahan DS@65 pada beban lateral maksimum.....	66
Gambar 4.20. Kondisi perpindahan M2T NP pada beban lateral maksimum.....	67

Gambar 4.21. Kurva envelope permodelan specimen M2T dengan beton normal menggunakan program ANSYS	69
Gambar 4.22. Kurva <i>envelope</i> pemodelan <i>Nanocomposite Polymer</i>	71
Gambar 4.23. Kurva hubungan antara kekakuan dan perpindahan specimen M2T	73
Gambar 4.24. Kurva <i>Backbone</i> specimen M2T	74
Gambar 4.25. Kurva hubungan antara kekakuan dan <i>story drift</i> pemodelan <i>Nanocomposite Polymer</i>	75
Gambar 4.26. Kurva <i>backbone</i> pemodelan <i>Nanocomposite Polymer</i>	77
Gambar 4.27. Kurva hubungan antara perpindahan specimen M2T dan disipasi energi kumulatif	78
Gambar 4.28. Kurva hubungan antara energi kumulatif dengan perpindahan <i>Nanocomposite Polymer</i>	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat mekanik Baja	7
Tabel 2.2. Toleransi berat per batang BjTP	23
Tabel 2.3. Toleransi berat per batang BjTS	24
Tabel 3.1. Variasi dimensi sayap dan tulangan.....	38
Tabel 4.1. <i>Material properties</i> baja tulangan.....	55
Tabel 4.2. Persentase selisi lateral maksimum ANSYS dan eksperimental	55
Tabel 4.3. Nilai beban lateral maksimum dan besar perpindahan berbagai variasi dimensi sayap dan tulangan	63
Tabel 4.4. <i>Drift Ratio</i> pada beban lateral maksimum	64
Tabel 4.5. <i>Drift Ratio</i> maksimum	64
Tabel 4.6. Daktilitas hasil analisis permodelan M2T.....	73
Tabel 4.7. Daktilitas hasil analisis permodelan variasi menggunakan ANSYS ...	73
Tabel 4.8. Nilai kekakuan struktur M2T.....	76
Tabel 4.9. Penurunan kekakuan pembebanan arah dorong pemodelan <i>Nanocomposite Polymer</i>	79
Tabel 4.10. Penurunan kekakuan pembebanan arah tarik pemodelan <i>Nanocomposite Polymer</i>	79
Tabel 4.11. Disipasi energi spesimen M2T.....	81
Tabel 4.12. Disipasi energi kumulatif pemodelan <i>Nanocomposite Polymer</i>	81
Tabel 4.13 Perbandingan nilai disipasi energi kumulatif verifikasi dan varisai ...	80

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara berkembang mengalami pertumbuhan pesat di berbagai sektor, salah satunya adalah infrastruktur. Infrastruktur yang baik merupakan salah satu faktor kunci dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan memperkuat daya saing negara. Pembangunan infrastruktur yang efektif dan efisien tidak hanya meningkatkan konektivitas antar wilayah, tetapi juga menciptakan lapangan kerja dan mendorong investasi. Kebijakan pembangunan infrastruktur perlu didasarkan oleh keterkaitannya dengan perkembangan ekonomi wilayah, dengan pertimbangan manajemen infrastruktur, penataan infrastruktur pemeliharaan infrastruktur, penyelarasan dan integrasi baik terhadap kegiatan ekonomi lokal yang berkembang maupun potensi bangkitan (Kusuma, dkk. 2019). Pembangunan infrastruktur bangunan di Indonesia menghadapi berbagai tantangan, termasuk pendanaan, regulasi yang kompleks, dan keterbatasan lahan di perkotaan sehingga disini sangat dibutuhkan peran dari para ahli teknik sipil dalam pembangunan infrastuktur yang terdiri dari aspek perencanaan, desain, konstruksi, dan pemeliharaan proyek-proyek infrastruktur.

Indonesia berada di perbatasan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Interaksi serta pergerakan ketiga lempeng ini mempengaruhi aktivitas geologi di kawasan tersebut sehingga menghasilkan tekanan dan gesekan yang besar, yang kemudian dilepaskan dalam bentuk gempa bumi. Hal ini menyebabkan pembangunan infrastruktur di Indonesia harus mempertimbangkan akibat dari terjadinya gempa. sehingga spesifikasi bangunan harus dapat menahan beban gempa dan meminimalisir dampak kerusakan akibat beban gempa. Beban gempa adalah gaya atau tekanan yang dikenakan pada struktur akibat gempa bumi. Beban ini berasal dari pergerakan tanah selama gempa, yang menyebabkan struktur bergetar. Beban gempa biasanya dihitung berdasarkan intensitas gempa, karakteristik tanah, dan properti dinamis dari struktur, sedangkan beban siklik adalah gaya atau tekanan yang berubah-ubah secara periodik dengan

waktu. Beban ini dapat disebabkan oleh berbagai sumber, seperti angin, ombak, kendaraan yang melintasi jembatan, atau aktivitas industri. Dalam konteks gempa bumi, beban siklik merujuk pada gaya yang berubah-ubah akibat getaran tanah yang berulang selama gempa.. Beban gempa dan beban siklik memiliki keterkaitan erat dalam konteks teknik sipil dan rekayasa struktur, terutama dalam perancangan bangunan dan infrastruktur yang tahan gempa.

Dinding tipis beton bertulang merupakan salah satu solusi efektif untuk meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa. Dinding ini dirancang untuk menahan gaya lateral yang dihasilkan oleh gempa bumi, memberikan stabilitas tambahan, dan mengurangi risiko keruntuhan. Berikut adalah beberapa alasan mengapa dinding beton bertulang dianggap sebagai solusi yang baik untuk bangunan tahan gempa. Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi, sementara baja tulangan memberikan kekuatan tarik. Kombinasi ini menghasilkan struktur yang sangat kuat dan kaku, mampu menahan gaya lateral dari gempa. Dinding beton bertulang biasanya dibuat sebagai bagian dari struktur monolitik, di mana seluruh elemen struktur bekerja bersama untuk menahan beban. Ini membantu mendistribusikan gaya gempa secara merata ke seluruh bangunan. Material beton bertulang dirancang untuk menahan beban siklik berulang tanpa mengalami degradasi signifikan, yang sangat penting untuk kejadian gempa yang berulang. Dinding beton bertulang dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa. Dinding ini menawarkan kekakuan tambahan dan kemampuan untuk menahan beban lateral yang dihasilkan oleh gempa. Dinding beton bertulang terdiri dari *web* (bagian vertikal) dan sayap (bagian horizontal), yang memberikan peningkatan kekakuan dan kekuatan. Sayap horizontal pada dinding berbentuk menambah kekakuan lateral, yang membantu struktur untuk lebih efektif menahan gaya gempa. Dengan desain yang tepat dan implementasi yang baik, dinding ini dapat memberikan kekakuan dan kekuatan tambahan yang diperlukan untuk menahan gaya gempa, sehingga mengurangi risiko kerusakan dan meningkatkan keselamatan struktural.

Pada era modern saat ini telah mengalami banyak kemajuan baik dalam bidang pengetahuan maupun teknologi, sangat mempengaruhi tercapainya sasaran konstruksi yang kuat, kokoh dan bermutu terutama pada bidang konstruksi untuk

membangun bangunan-bangunan dan infrastruktur salah satu contohnya yaitu nanoteknologi. Nanoteknologi menjadi perhatian besar para ilmuwan di seluruh dunia dalam melakukan berbagai penelitian dan rekayasa penyesuaian material, ukuran, pengaturan komposisi kimia dan pengendalian interaksi antar partikel. Salah satunya adalah penelitian skala nano yang banyak diterapkan pada material nanokomposit. Partikel berukuran nano tersebut memiliki permukaan interaksi yang sangat tinggi. Semakin banyak partikel berinteraksi, semakin kuat ikatan materialnya. Hal ini membuat ikatan antar partikel semakin kuat dan sifat mekanik material meningkat. Namun penambahan nanopartikel tidak selalu meningkatkan sifat mekaniknya. Nanoteknologi adalah teknologi yang memanfaatkan sifat kimiawi atau fisika material dalam orde nanometer. Satu nanometer disingkat nm adalah 10^{-9} meter. Apabila molekul atau struktur atom dibuat dalam ukuran 1 hingga 10 nm, maka beton yang dihasilkan memiliki sifat mekanik dan kimia yang sangat berbeda dibandingkan beton yang menggunakan material berukuran mikro.

Penelitian dari tugas akhir ini akan dilakukan dengan analisis numerik dalam memahami perilaku dinding tipis beton dengan menggunakan variasi rasio tulangan dengan material *Nanocomposite Polymer* terhadap beban siklik. Penelitian ini menggunakan program ANSYS yang diharapkan menyelesaikan masalah analisis struktural dari penelitian yang dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun masalah yang mampu dirumuskan berdasarkan latar belakang tersebut sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil output metode analisis kinerja pada elemen struktur dinding tipis beton dengan menggunakan variasi sayap dan tulangan dengan material *properties Nanocomposite Polymer* dengan pembebanan siklik?
2. Bagaimana hasil output analisis numerik pada perilaku dinding tipis beton dengan material *properties Nanocomposite Polymer* yang dianalisis pada aplikasi ANSYS?
3. Bagaimana perbandingan hasil pengujian eksperimental dan hasil analisa menggunakan program ANSYS?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa dinding tipis berbahan *Nanocomposite Polymer* saat terkena beban siklik, yaitu:

1. Dapat memahami metode analisis yang terdapat pada elemen struktur dinding beton pada variasi sayap dan tulangan dengan material *properties Nanocomposite Polymer* terhadap beban siklik.
2. Memahami hasil output dari analisis numerik perilaku dinding beton dengan material *Nanocomposite Polymer* yang dianalisis pada program aplikasi ANSYS.
3. Mampu membandingkan output penelitian eksperimental pada penelitian Ortega, dkk. (2023) dengan hasil output analisis numerik dengan bahan material *Nanocomposite Polymer* yang telah divariasikan.

1.4. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian analisis kinerja dinding tipis *Nanocomposite Polymer* akibat beban siklik diatur dalam lingkup:

1. Pemodelan Dinding Beton yang dimodelkan program ANSYS berupa beton dengan pemodelan oleh elemen SOLID65 untuk mencerminkan beton, SOLID45 yang menggambarkan pelat baja, dan LINK 180 sebagai pencerminan elemen baja tulangan.
2. Data sekunder menggunakan data pengujian eksperimental terdahulu Ortega, dkk. (2023) berjudul *Behavior under lateral cyclical load of thin reinforced concrete walls od industrialized system*.
3. Peraturan yang diterapkan untuk merancang dinding tipis adalah merujuk kepada ACI-318-08 (2008).
4. Data *properties* material *Nanocomposite Polymer* diperoleh dari hasil penelitian terdahulu oleh Septriasyah, dkk. (2021). Pada pengujian *Characteristics of nanocomposite polymer with temperature variation and heating time by using simple mixing method*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, K. S. (2024). Studi Pengaruh Variasi Bentuk dan Ukuran Terhadap Kinerja Bangunan Beton Bertulang pada Gempa Bumi. *Gempa Bumi*.
- Ansys Inc. (2013). ANSYS Mechanical APDL Element Reference. Knowledge Creation Diffusion Utilization, 15317(October), 1–1416.
- Araby, Z., Rizal, S., Afifuddin, M., & Abdullah, A. (2021). Analisis Perlakuan Joint Balok Kolom Terhadap Beban Siklik Dengan Penambahan Senggang Pada Joint Sesuai SK SNI T-15-1991-03. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 4(2), 49–59. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v4i2.18859>
- 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>
- Basyaruddin, B., Khala, C. C. S., Muslimin, M. S., & Putri, A. P. (2021). Uji Lentur Balok Beton Bertulang Baja Ringan Dengan Skema Tulangan Tunggal. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 171. <https://doi.org/10.29103/tj.v11i1.418>
- Eltayeb, E., Ma, X., Zhuge, Y., Youssf, O., Mills, J. E., & Xiao, J. (2020). Structural behaviour of composite panels made of profiled steel sheets and foam rubberised concrete under monotonic and cyclic shearing loads. *Thin-Walled Structures*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2020.106726>
- Fang, Y., Wang, Y., Yang, H., & Lin, X. (2022). Experimental behavior of concrete-filled thin-walled corrugated steel tubes with large helical angles under monotonic and cyclic axial compression. *Thin-Walled Structures*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2022.109043>
- Hidayati, N. (2022). Implementasi Ferrocement Curved Slab Terhadap Daktilitas. 9(2), 2622–6774. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/cived/index>

- Kildashti, K., Samali, B., Malik, A., & Alamdari, M. M. (2021). Computational simulation of eccentrically loaded reinforced concrete walls formed with modular thin-walled permanent formwork system. *Journal of Building Engineering*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102131>
- Kusmajaya, S., & Wulandari, R. (2019). *Kajian Risiko Bencana Gempabumi Di Kabupaten Cianjur*. <http://dibi.bnpb.go.id/>
- Kusuma, M. E., & Muta'ali, L. (2019). *Hubungan Pembangunan Infrastruktur dan Perkembangan Ekonomi Wilayah Indonesia*.
- Lada, A. H. A., Simatupang, P. H., & Rizal, A. H. (2021). Parametric Study of the Confinement Variations Effect on the Capacity and Ductility Value of T-shaped Reinforced Concrete Columns Cross-Section. *Dalam Jurnal Forum Teknik Sipil (Vol. 1, Nomor 1)*.
- Lin, G., Zeng, J. J., Liang, S. Da, Liao, J. J., & Zhuge, Y. (2022). Seismic behavior of novel GFRP bar reinforced concrete beam-column joints internally reinforced with an FRP tube. *Engineering Structures*, 273. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.115100>
- Nuraga, K., Ayu, D., Adhiya, P., Putri, G., Antriksa, K., Ficher, J., & Noni, A. (2021). Analisis Daktilitas Struktur Gedung Rangka Beton Bertulang Dengan Metode Analisis Pushover (Studi: Gedung Tugu Reasuransi Indonesia Jakarta) (Vol. 4, Nomor 2).
- Ortega, R., Torres, P., Thomson, P., Marulanda, J., & Areiza, G. (2023). Behavior under lateral cyclical load of thin reinforced concrete walls of the industrialized system. *Engineering Structures*, 294. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116634>
- Ruzuqi, R., Maryanto, T., Rahmat, A., Perikanan, M., Kelautan, P., Sorong, P., & Kapitan, J. (2022). Kuat Tarik Baja Tulangan Polos (Studi Kasus: Pt. Ghody Bimantara Mandiri). 2(1), 9–14.
- Senthilkumar, M. (2002). *The Finite Element Method: A Practical Course*.
- Septriasyah, V., Saggaff, A., & Saloma. (2021). Characteristics of nanocomposite polymer with temperature variation and heating time by using simple mixing

- method. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 8(78), 651–661. <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2021.874037>
- Shakil, U. A., Abu Hassan, S. Bin, Yahya, M. Y., Mujiyono, & Nurhadiyanto, D. (2021). A review of properties and fabrication techniques of fiber reinforced polymer nanocomposites subjected to simulated accidental ballistic impact. *Thin-Walled Structures*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2020.107150>
- Sheta, A., Ma, X., Zhuge, Y., ElGawady, M., Mills, J. E., & Abd-Elaal, E. (2023). Axial compressive behaviour of thin-walled composite columns comprise high-strength cold-formed steel and PE-ECC. *Thin-Walled Structures*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2022.110471>
- Tanauma, C., Windah, R. S., & Wallah, S. E. (2023). Analisa Dinamik Bangunan Bertingkat Yang Memiliki Ketidakberaturan Horisontal Berbentuk T Akibat Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019.
- Wu, H., Zhuang, X., Zhang, W., & Zhao, Z. (2022). Anisotropic ductile fracture: Experiments, modeling, and numerical simulations. *Journal of Materials Research and Technology*, 20, 833–856. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.07.128>
- Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. (2000a). *The Finite Element Method Fifth edition Volume 1: The Basis*.
- Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. (2000b). *The Finite Element Method Fifth edition Volume 2: Solid Mechanics*.