



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bangunan Modular Baja	5
2.2 Elemen Struktur pada Bangunan Modular Baja	6
2.3 Profil Baja <i>Built-Up</i> dan <i>Hollow Section</i>	6
2.3.1 Karakteristik profil <i>built-up</i>	6
2.3.2 Karakteristik profil <i>hollow section</i>	7
2.4 Tinjauan Penelitian Balok Baja <i>Built-Up</i> RHS	7
2.4.1 Perilaku lentur balok RHS	7
2.4.2 Pengujian eksperimental balok RHS	8
2.4.3 Pembebanan siklik pada balok <i>hollow section</i>	9
2.4.4 Pemodelan numerik balok RHS	10
2.5 Tinjauan Penelitian Kolom Baja <i>Built-Up</i> SHS	11
2.5.1 Perilaku tekan kolom SHS	11
2.5.2 Pengaruh kelangsingan dan ketidaksempurnaan geometri	11
2.5.3 Pengaruh kondisi batas terhadap kolom	12
2.5.4 Pemodelan numerik kolom SHS	13
2.5.5 Pendekatan makro dan mikro pada evaluasi elemen baja	13
2.6 Kebaruan Penelitian	15
BAB 3 LANDASAN TEORI	17
3.1 Landasan Teori Balok Baja <i>Built-Up</i> RHS	17
3.1.1 Perilaku lentur balok RHS	17
3.1.2 Properti penampang balok RHS	18
3.1.3 Konfigurasi <i>four-point bending test</i>	18
3.1.4 Momen leleh dan momen plastis teoritis balok	20
3.1.5 Hubungan beban–perpindahan dan momen–rotasi	20
3.1.6 <i>Skeleton curve</i> , idealisasi bilinear, dan Rotasi Plastis	21



4.4 Metode Evaluasi Teoretis dan Numerik Balok	48
4.4.1 Analisis teoretis balok	48
4.4.2 Pemodelan makro SAP2000	48
4.4.3 Pemodelan mikro Abaqus	53
4.4.4 Analisis sensitivitas material dan kalibrasi	57
4.4.5 Studi konvergensi <i>mesh</i>	57
4.4.6 Kriteria perbandingan balok.....	58
4.5 Metode Evaluasi Kapasitas Tekan Kolom	58
4.5.1 Dasar dan konfigurasi pemodelan tekan aksial kolom.....	58
4.5.2 Analisis teoretis kolom.....	59
4.5.3 Pemodelan makro SAP2000	59
4.5.4 Analisis tekuk linier Abaqus	60
4.5.5 Analisis nonlinear Abaqus	60
4.6 Metode Evaluasi Pengaruh Kondisi Batas	60
4.6.1 Definisi kondisi batas	61
4.6.2 Parameter perbandingan kondisi batas.....	61
4.7 Metode Sintesis Peran Setiap Pendekatan	61
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	63
5.1 Kapasitas dan Respons Lentur Eksperimental Balok Baja <i>Built-Up</i> RHS	63
5.1.1 Respons beban–perpindahan balok	63
5.1.2 <i>Skeleton curve</i> dan respons awal sampai <i>drift</i> 4%	64
5.1.3 Kapasitas momen balok	65
5.1.4 Kekakuan awal dan daktilitas perpindahan yang tercapai	65
5.1.5 Respons regangan dan perkembangan plastisitas	66
5.1.6 Klasifikasi penampang dan interpretasi perilaku lentur.....	67
5.1.7 Pola deformasi dan kerusakan balok.....	67
5.2 Evaluasi Analisis Teoretis, SAP2000, dan Abaqus terhadap Hasil Eksperimental ...	68
5.2.1 Hasil analisis teoretis balok.....	68
5.2.2 Hasil pemodelan makro SAP2000	69
5.2.3 Hasil pemodelan mikro Abaqus	70
5.2.4 Perbandingan respons siklik eksperimental dan pemodelan numerik.....	73
5.2.5 Perbandingan respons awal sampai <i>drift</i> 4%	74
5.2.6 Perbandingan kapasitas dan parameter respons global	75
5.2.7 Kesesuaian dan keterbatasan model balok	76
5.3 Kapasitas Tekan Kolom Baja <i>Built-Up</i> SHS	76
5.3.1 Properti penampang dan kapasitas aksial plastis	76
5.3.2 Kelangsingan lokal dan klasifikasi dinding kolom SHS.....	77
5.3.3 Kapasitas tekuk elastis berdasarkan teori Euler	77
5.3.4 Kapasitas tekan nominal berdasarkan SNI 1729:2020.....	78
5.3.5 Hubungan rasio kelangsingan efektif dan tegangan kritis kolom	78
5.3.6 Kapasitas tekuk global SAP2000	80
5.3.7 Kapasitas tekuk linier Abaqus.....	81
5.3.8 Kapasitas tekan ultimit nonlinear Abaqus.....	81
5.3.9 Perbandingan dan interpretasi hasil kapasitas kolom	82



3.1.7	Kekakuan awal dan daktilitas perpindahan yang tercapai	22
3.1.8	Momen ternormalisasi dan kemampuan deformasi inelastis	23
3.1.9	Klasifikasi penampang dan kelangsingan lokal balok	23
3.1.10	Pola deformasi dan kerusakan balok	26
3.2	Landasan Teori Kolom Baja <i>Built-Up</i> SHS	26
3.2.1	Perilaku Tekan Kolom SHS	26
3.2.2	Properti penampang kolom SHS	27
3.2.3	Kapasitas aksial plastis penampang	27
3.2.4	Kelangsingan dan panjang efektif kolom	27
3.2.5	Kapasitas tekuk elastis Euler	28
3.2.6	Kapasitas tekan nominal berdasarkan SNI 1729:2020	29
3.2.7	Kelangsingan lokal dinding kolom SHS	30
3.2.8	Pengaruh kondisi batas terhadap kolom	30
3.2.9	Ketidaksempurnaan geometri awal kolom	30
3.2.10	Hubungan beban aksial–perpindahan lateral	30
3.3	Perilaku Material dan Nonlinearitas	31
3.3.1	Perilaku elastis–plastis baja	31
3.3.2	<i>Isotropic, kinematic, dan combined hardening</i>	32
3.3.3	Nonlinearitas geometri	32
3.4	Pemodelan Numerik	33
3.4.1	Pemodelan makro SAP2000	33
3.4.2	Pemodelan mikro abaqus	33
3.4.3	Elemen <i>C3D8R</i> dan <i>S4R</i>	33
3.4.4	Analisis tekuk linier	34
3.4.5	Analisis nonlinear dan metode <i>Static-Riks</i>	34
3.4.6	Konvergensi <i>mesh</i>	34
3.4.7	Verifikasi, kalibrasi, dan validasi model	35
3.5	Parameter Evaluasi dan Perbandingan Hasil	35
3.5.1	Parameter evaluasi balok	35
3.5.2	Parameter evaluasi kolom	35
3.5.3	Selisih hasil model terhadap eksperimen	36
3.5.4	Pengaruh kondisi batas kolom	36
BAB 4	METODE PENELITIAN	37
4.1	Gambaran Umum dan Alur Penelitian	37
4.2	Objek Penelitian, Geometri, dan Material	39
4.2.1	Objek penelitian	39
4.2.2	Geometri balok RHS	39
4.2.3	Geometri dan material kolom SHS	41
4.3	Metode Pengujian Eksperimental Balok	41
4.3.1	Konfigurasi <i>four-point bending test</i>	41
4.3.2	Peralatan dan instrumentasi	42
4.3.3	Penempatan instrumen	45
4.3.4	Protokol pembebanan	46
4.3.5	Pengolahan data eksperimental	47



5.4 Pengaruh Kondisi Batas terhadap Respons Kolom Baja <i>Built-Up</i> SHS.....	82
5.4.1 Pengaruh kondisi batas terhadap kapasitas tekan.....	82
5.4.2 Pengaruh terhadap respons beban aksial–perpindahan lateral.....	82
5.4.3 Pengaruh terhadap distribusi tegangan dan pola deformasi.....	84
5.4.4 Implikasi terhadap kolom bangunan modular.....	85
5.5 Peran Pendekatan Eksperimental, Analisis Teoretis, SAP2000, dan Abaqus	85
5.5.1 Peran pengujian eksperimental	85
5.5.2 Peran analisis teoretis.....	85
5.5.3 Peran pemodelan makro SAP2000.....	85
5.5.4 Peran pemodelan mikro Abaqus	86
5.5.5 Keterkaitan pendekatan dalam evaluasi elemen baja <i>built-up</i>	86
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	87
6.1 Kesimpulan	87
6.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	90