



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## LEMBAR PENGESAHAN

**Judul** : **Studi Experimental dan Analisis Elemen Rangka Atap  
Baja Ringan Komposit Casting Plaster pada Batang Tekan**

**Nama** : Cahyadi

**NIM** : 55718110015

**Program Studi** : Magister Teknik Sipil

**Tanggal** : 24 September 2020

Mengesahkan,

Pembimbing



(Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, M.S.)

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Direktur Pasca Sarjana



Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T.

## PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : Cahyadi  
NIM : 55718110015  
Program Studi : Magister Teknik Sipil

Dengan Judul : Studi Experimental dan Analisis Elemen Rangka Atap Baja Ringan Komposit Casting Plaster pada Batang Tekan

Telah dilakukan pengecekan Similarity dengan system Turnitin pada tanggal 20 Juli 2020 diperoleh nilai persentase sebesar 15%



Jakarta, 24 September 2020

Administrator Turnitin

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**Arie Pangudi, A.Md**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Studi Experimental dan Analisis Elemen Rangka Atap Baja Ringan Komposit Casting Plaster pada Batang Tekan  
Nama : Cahyadi  
NIM : 55718110015  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Tanggal : 24 September 2020

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian laboratorium dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan pada program sejenis di Perguruan Tinggi lain. Semua informasi, data dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 24 September 2020

  
MATERAI  
TEMPEL  
TGL 20  
180914HF652302379  
GOLONGAN  
ENAM RIBU RUPAH  
Cahyadi

## ABSTRAK

Tekuk merupakan fenomena yang terjadi jika batang memperoleh gaya tekan. Tekuk perlu dihindari agar tidak terjadi kegagalan struktur bangunan. Rangka atap baja ringan merupakan salah satu struktur bangunan yang beresiko tinggi terjadinya tekuk, yang disebabkan karena material yang sangat tipis. Salah satu alternatif untuk meningkatkan tekuk pada rangka baja ringan adalah penggabungan material baru atau yang disebut material komposit. Casting plaster salah satu alternatif material tambahan yang bisa meningkatkan batang kuat terhadap tekuk. Kandungan bahan yang ada pada material tersebut adalah calcium sulfate hemihidrate dan cristaline silica. Material ini bisa diperoleh dipasaran sebagai bahan pembuatan lis plafon. Pada penelitian ini ingin mengetahui beban maksimum ( $P_{mak}$ ) dan pola keruntuhan elemen batang komposit dan non komposit pada rangka baja ringan. Jumlah sample masing-masing 18 elemen batang komposit dan non komposit dengan panjang elemen batang ( $L_k$ ) masing-masing 400mm, 600mm, 800mm, 1000mm, 1200mm dan 1400mm. Metoda analisis menggunakan SNI 7971-2013 untuk material non komposit dan SNI 1729-2015 untuk material komposit, sedangkan metoda eksperimental dilakukan dengan uji tekan menggunakan alat *UTM (Universal Testing Machine)* dengan pembebanan bertahap sampai elemen batang mengalami keruntuhan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa elemen batang komposit memiliki kekuatan yang lebih tinggi dari elemen batang non komposit antara 48.35% sampai dengan 86.32 % dengan pola keruntuhan yang terjadi pada batang komposit maupun non komposit rata rata adalah tekuk lokal kecuali pada panjang elemen batang ( $L_k$ ) 1200mm dan 1400mm terjadi tekuk lentur. Grafik hubungan batang non komposit dan komposit terhadap beban kritis Euler memiliki perbedaan yang jauh kecuali pada batang dengan ( $L_k$ ) 1200mm dan 1400mm yang mendekati. Hal ini disebabkan karena pendekatan Euler hanya terjadi pada batang tekan elastis dengan kelangsingan yang besar ( $\lambda > 110$ ).

**Kata kunci:** Eksperimental & Analisis; Baja Ringan Komposit; SNI 7971-2013; SNI 1729-2015

## **ABSTRACT**

*Bending is a phenomenon that occurs when the rod gains a compressive force. Bending needs to be avoided to prevent failure of the building structure. The cold-formed steel roof frame is one of the building structures that has a high risk of buckling, which is caused by a very thin material. One alternative to increase the bending of mild steel frames is the incorporation of new materials or what is called composite materials. Casting Plaster is an alternative additional material that can increase the rod's strength against bending. The ingredients in this material are calcium sulfate hemihydrate and crystalline silica. This material can be obtained in the market as a material for making ceiling trim. In this study, we want to determine the maximum load and the pattern of failure of composite and non-composite rod elements on mild steel frames. The number of samples of each of the 18 composite and non-composite rod elements with rod element lengths is 400mm, 600mm, 800mm, 1000mm, 1200mm, and 1400mm respectively. The analytical method uses SNI 7971-2013 for non-composite materials and SNI 1729-2015 for composite materials, while the experimental method is carried out by using a compressive test using a UTM (Universal Testing Machine) tool with gradual loading until the rod elements collapse. The results showed that composite rod elements had higher strength than non-composite rod elements between 48.35% to 86.32 % with a failure pattern that occurred bending for all non-composite rod elements and local bending of some composite rod elements except for the length of the rod elements. 1200mm and 1400mm occur bending. The graph of the relationship between non-composite and composite rods to the critical load of Euler is very different, except for the rods with close to 1200mm and 1400mm. This is because Euler's approach only occurs on elastic compressed rods with large slenderness ( $\lambda > 110$ ).*

*Keywords: Experimental & Analytical; Composite Cold Formed Steel; SNI 7971-2013; SNI 1729-2015*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan ridho-NYA, sehingga proposal tesis *Studi Experimental dan Analisis Elemen Rangka Atap Baja Ringan Komposit Casting Plaster pada Batang Tekan* ini dapat diselesaikan.

Tesis ini disusun untuk memenuhi syarat dalam penyelesaian pascasarjana Jurusan Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar-benar sesuai dengan harapan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk pembelajaran dan penulisan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tesis sehingga kuliah pascasarjana jurusan Magister Teknik Sipil bisa diselesaikan dengan lancar, terarah dan tepat waktu.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Serang, 24 September 2020

Penulis



# DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i> .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
1.6 Manfaat Penelitian dan Kegunaan Penelitian .....	6
1.7 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1. Rangka Atap.....	8
2.2. Baja Ringan (Cold formed Steel).....	8

2.2.1.	Sifat Mekanis Baja Ringan .....	10
2.3	Batang Tekan .....	11
2.3.1.	Batang Tekan Konsentris dan Non Konsentris.....	11
2.3.2.	Pola Keruntuhan Batang Tekan .....	12
2.4	Perencanaan Batang Tekan .....	15
2.4.1.	Tegangan Kritis Batang Tekan .....	16
2.5.	Struktur Komposit.....	19
2.5.1.	Kuat Tekan Struktur Komposit.....	20
2.5.2.	Kekakuan Efektif Penampang Komposit ( $EI_{eff}$ ) .....	22
2.6.	Analisa Perpindahan Vertikal dan Horizontal .....	22
2.7.	Beton Ringan (Laightweight Concrete) .....	23
2.7.1.	Casting Plaster .....	24
2.8.	Keaslian Penelitian.....	25
2.9.	Kerangka Pemikiran.....	26
2.10.	Hipotesa Penelitian .....	29
<b>BAB III</b>	<b>METODA PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1.	Bahan Yang Digunakan .....	30
3.2.	Peralatan Yang Digunakan.....	31
3.3.	Flowchart Studi Analisis dan Eksperimental .....	32
3.3.1.	Flowchart Studi Analisis Baja Ringan Non komposit.....	32
3.3.2.	Flowchart Studi Analisis Baja Ringan Komposit.....	34
3.3.3.	Flowchart Studi Eksperimental Baja Ringan Non komposit dan Komposit.....	36
3.4.	Studi Analisis .....	37
3.4.1.	Analisa Batang Tekan.....	37
3.5.	Studi Experimental.....	39

3.5.1.	Baja Ringan Komposit Casting Plaster.....	39
3.5.2.	Proses Eksperimen.....	40
3.6.	Analisa Data.....	44
3.6.1.	Hasil Perhitungan Berdasarkan SNI 7971-2013 dan SNI 1729-2015.....	44
3.6.2.	Hasil Eksperimen.....	44
3.6.3.	Hasil Akhir Eksperimen dan Analisis.....	45
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>46</b>
4.1.	Analisis Non komposit dan Komposit .....	46
4.1.1.	Data Propertis Material.....	46
4.1.2.	Analisis Batang Non komposit .....	47
4.1.3.	Analisis Komposit .....	60
4.1.	Studi Experimental.....	66
4.2.1.	Hasil Eksperimental Non komposit.....	67
4.2.2.	Hasil Eksperimental Komposit.....	70
4.2.3.	Hasil Akhir Eksperimental dan Analisis.....	73
4.2.4.	Hasil Akhir Eksperimental dan Analisis Terhadap Beban Kritis Euler dan Pola Keruntuhan .....	74
4.2.	Pembahasan.....	75
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN</b> .....	<b>107</b>
5.1.	Kesimpulan .....	107
5.2.	Saran .....	108
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1	Statistik Baja Ringan Perjenis Penggunaan ..... 1
Gambar 1.2	Kegagalan Konstruksi Baja Ringan ..... 3
Gambar 2.1	Perbedaan Perubahan Penampang Tekuk Global dan Lokal ..... 11
Gambar 2.2	Tekuk Lentur, Torsi dan Lentur-Torsi ..... 11
Gambar 2.3	Tekuk Lokal ( <i>Lokal Buckling</i> ) ..... 13
Gambar 2.4	Tekuk Lentur ( <i>Fleksure Buckling</i> ) ..... 13
Gambar 2.5	Tekuk Torsil ( <i>Torsional Buckling</i> ) ..... 14
Gambar 2.6	Tekuk Lentur Torsi ( <i>Flexsural Torsional Buckling</i> ) ..... 14
Gambar 2.7	Tekuk Keriting ( <i>Curling Buckling</i> ) ..... 15
Gambar 2.8.	Penampang Simetri Tunggal ..... 19
Gambar 2.9	Geometri Kolom Terdeformasi Dan <i>Free Body Diagram</i> ..... 23
Gambar 2.10	Diagram Rancangan Kerangka Pemikiran ..... 28
Gambar 3.1	Pengukuran Kelurusan Arah Vertikal Dan Horizontal Dengan Menggunakan Waterpas Pada Benda Uji ..... 41
Gambar 3.2	Penempatan Kayu Penahan Benda Uji ..... 41
Gambar 3.3	Penempatan Transduser (Tr) ..... 42
Gambar 4.1	Profil Baja Ringan Komposit Dan Non komposit ..... 48
Gambar 4.2	Menentukan Nilai $m$ dan $I_w$ ..... 67
Gambar 4.3	<i>Universal Testing Machine (UTM)</i> Alat Uji Eksperimen Material Komposit dan Non komposit ..... 78
Gambar 4.4	Garafik Hubungan Beban Maksimum ( $P_{mak}$ ) Hasil Analisis dan Eksperimen Batang Non Komposit Dengan Beban kritis Euler ..... 79
Gambar 4.5	Posisi Transduser (Tr) ..... 80
Gambar 4.6	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Non Komposit 400 mm NC1,NC2 dan NC3 ..... 81
Gambar 4.7.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Komposit 400 mm C1,C2 dan C3 ..... 81

Gambar 4.8.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Non Komposit 600 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	83
Gambar 4.9.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Komposit 600 mm C1,C2 dan C3.....	83
Gambar 4.10.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Non Komposit 800mm NC1,NC2 dan NC3 .....	85
Gambar 4.11.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Komposit 800 mm C1,C2 dan C3.....	85
Gambar 4.12.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Non Komposit 1000 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	87
Gambar 4.13.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Komposit 1000 mm C1,C2 dan C3.....	87
Gambar 4.14.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Non Komposit 1200 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	89
Gambar 4.15.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Komposit 1200 mm C1,C2 dan C3.....	89
Gambar 4.16.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Komposit 1400 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	91
Gambar 4.17.	Grafik Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Batang Non Komposit 1400 mm C1,C2 dan C3.....	91
Gambar 4.18.	Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Non Komposit 400 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	93
Gambar 4.19.	Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Komposit 400 mm C1,C2 dan C3 .....	93
Gambar 4.20.	Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Non Komposit 600 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	95
Gambar 4.21.	Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Komposit 600 mm C1,C2 dan C3 .....	95
Gambar 4.22.	Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Non Komposit 800 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	97
Gambar 4.23.	Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Komposit 800 mm C1,C2 dan C3 .....	97

Gambar 4.24. Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Non Komposit 1000 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	99
Gambar 4.25. Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Komposit 1000 mm C1,C2 dan C3 .....	99
Gambar 4.26. Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Non Komposit 1200 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	101
Gambar 4.27. Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Komposit 1200 mm C1,C2 dan C3 .....	101
Gambar 4.28. Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Non Komposit 1400 mm NC1,NC2 dan NC3 .....	103
Gambar 4.29. Grafik Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) Batang Komposit 1400 mm C1,C2 dan C3 .....	103
Gambar 4.30. Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Non Komposit NC1,NC2 dan NC3 .....	105
Gambar 4.31. Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Komposit C1,C2 dan C3 .....	105
Gambar 4.32. Grafik Perpindahan Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of Plane Displacement</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Non Komposit NC1,NC2 dan NC3 pada Tr-5.....	107
Gambar 4.33. Grafik Perpindahan Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of Plane Displacement</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Komposit C1,C2 dan C3 pada Tr-5.....	107
Gambar 4.34. Grafik Perpindahan Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of Plane Displacement</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Non Komposit NC1,NC2 dan NC3 pada Tr-6.....	109
Gambar 4.35. Grafik Perpindahan Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of Plane Displacement</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Komposit C1,C2 dan C3 pada Tr-6.....	109
Gambar 4.36. Grafik Perpindahan Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of Plane Displacement</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Non Komposit NC1,NC2 dan NC3 pada Tr-7.....	111

Gambar 4.37. Grafik Perpindahan Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of Plane Displacement</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Komposit C1,C2 dan C3 pada Tr-7 .....	111
Gambar 4.38. Grafik Perpindahan Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of Plane Displacement</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Non Komposit NC1,NC2 dan NC3 pada Tr-8.....	113
Gambar 4.39. Grafik Perpindahan Perpindahan Lateral ( <i>Out-Of Plane Displacement</i> ) Berdasarkan Gabungan Panjang Batang Non Komposit C1,C2 dan C3 pada Tr-8 .....	113



## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.1.	Statistik Baja Ringan Perjenis Penggunaan Baja.....	2
Tabel 2.1.	Tegangan Leleh Minimum ( $f_y$ ) dan Kuat Tarik Minimum ( $f_u$ ) Baja Canai Dingin .....	10
Tabel 2.2.	Batasan Rasio Lebar Terhadap Ketebalan Untuk Elemen Baja Tekan Dalam Struktur Komponen Komposit Yang Menahan Aksial Tekan....	20
Tabel 2.3.	Data Hubungan Beban – Perpindahan <i>Buckling</i> Pada Batang Kolom ( <i>Buckled Bar</i> ) ( Timoshenco & Gere , 1961 ) .....	24
Tabel 2.4.	Beton Ringan Dengan Angka Kuat Tekan .....	25
Tabel 2.5.	Tabel Penelitian Terdahulu.....	26
Tabel 3.1.	Analisa Perpindahan Vertikal ( $\delta_v$ ) dan Horizontal ( $\delta_h$ ).....	39
Tabel 4.1.	Analisa Tegangan Kritis Komponen Struktur $F_n$ .....	57
Tabel 4.2.	Analisa Akibat Keruntuhan Tekuk Plat.....	57
Tabel 4.3.	Analisa Beban Kritis Euler ( $P_{cr}$ ) Batang Non komposit.....	58
Tabel 4.4.	Analisa Beban Kritis Euler ( $P_{cr}$ ) dan ( $P_{mak}$ )Tegangan Kritis Komponen Struktur Batang Non komposit.....	59
Tabel 4.5.	Analisa Beban Kritis Euler ( $P_{cr}$ ) dan ( $P_{mak}$ )Tegangan Kritis Komponen Struktur Dalam Menentukan Perpindahan Vertical ( $\delta_v$ ) dan Horizontal ( $\delta_h$ ) Batang Non komposit .....	60
Tabel 4.6.	Tabel Menentukan Rasio Lebar Terhadap Ketebalan, $\lambda_p$ dan $\lambda_r$ .....	60
Tabel 4.7.	Hasil perhitungan Batang Komposit .....	65
Tabel 4.8.	Analisa Beban Kritis Euler ( $P_{cr}$ ) Batang Komposit.....	65
Tabel 4.9.	Analisa Beban Kritis Euler ( $P_{cr}$ ) dan ( $P_{mak}$ )Tegangan Kritis Komponen Struktur Batang Komposit .....	66
Tabel 4.10.	Analisa Beban Kritis Euler ( $P_{cr}$ ) dan ( $P_{mak}$ )Tegangan Kritis Komponen Struktur Dalam Menentukan Perpindahan Vertical ( $\delta_v$ ) dan Horizontal ( $\delta_h$ ) .....	67
Tabel 4.11.	Hasil Eksperimen Beban Maksimum ( $P_{mak}$ ) Batang Non komposit .	68



Tabel 4.12. Hasil Eksperimen Perpindahan Vertikal ( <i>End-Shortening</i> ) ( $\delta_v$ ) dan Batang Non Komposit .....	68
Tabel 4.13. Hasil Eksperimen Perpindahan Vertical ( $\delta_v$ ) dan Pola Keruntuhan Batang Non komposit ( $L_k$ ) 400 mm, 600mm dan 800 mm .....	68
Tabel 4.14. Hasil Eksperimen Perpindahan Vertical ( $\delta_v$ ) dan Pola Keruntuhan Batang Non komposit ( $L_k$ ) 1000 mm, 1200 mm dan 1400 mm .....	69
Tabel 4.15. Hasil Eksperimen Beban Maksimum ( $P_{mak}$ ) Batang Komposit .....	70
Tabel 4.16. Hasil Eksperimen Perpindahan Vertical ( <i>End-Shortening</i> ) ( $\delta_v$ ) Batang Komposit .....	70
Tabel 4.17. Hasil Eksperimen Perpindahan Vertical ( <i>End-Shortening</i> ) ( $\delta_v$ ), dan Pola Keruntuhan Batang Komposit Batang Komposit ( $L_k$ ) 400 mm, 600mm dan 800 mm .....	71
Tabel 4.18. Hasil Eksperimen Perpindahan Vertical ( <i>End-Shortening</i> ) ( $\delta_v$ ), dan Pola Keruntuhan Batang Komposit Batang Komposit ( $L_k$ ) 400 mm, 600mm dan 800 mm .....	72
Tabel 4.19. Hasil Akhir Beban Maksimum ( $P_{max}$ ) Keruntuhan Batang Komposit Batang Komposit Hasil Eksperimen dan Hasil Analisis .....	73
Tabel 4.20. Hasil Akhir Analisis Beban Kritis Euler ( $P_{cr}$ ) Batang Komposit Hasil Batang Komposit dan Non komposit .....	73
Tabel 4.21. Hasil Akhir Perpindahan Vertical ( <i>End-Shortening</i> ) ( $\delta_v$ ) dan Horizontal ( <i>Out-Of-Plane Displacement</i> ) ( $\delta_h$ ) Batang Komposit Hasil Eksperimen dan Analisis Batang Komposit dan Non komposit .....	73
Tabel 4.22. Hasil Akhir Pola Keruntuhan Batang Komposit dan Non komposit Hasil Eksperimen .....	74
Tabel 4.23. Hasil Akhir Pola Keruntuhan Batang Komposit dan Non komposit Hasil Analisis .....	74
Tabel 4.24. Hasil Akhir Beban Maksimum ( $P_{mak}$ ) Berdasarkan Analisis dan Eksperimen, Beban Kritis Euler ( $P_{cr}$ ) dan Pola Keruntuhan Batang Komposit dan Non komposit Hasil Analisis .....	75
Tabel 4.25. Ratio Hasil Eksperimrnt dan Analisis Batang Non Komposit .....	76
Tabel 4.26. Ratio Hasil Eksperimrnt dan Analisis Batang Komposit .....	76
Tabel 4.27. Perbedaan Hasil Eksperimen Batang Non Komposit dan Komposit .....	77

Tabel 4.28.	Perbandingan Hasil Analisis dan Eksperimen Batang Non Komposit Dengan Beban Kritis Euler.....	78
Tabel 4.29.	Perbandingan Hasil Analisis dan Eksperimen Batang Komposit Dengan Beban Kritis Euler.....	79
Tabel 4.30.	Pola Keruntuhan Batang Non Komposit dan Komposit.....	80



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Pengantar Pengujian Laboratorium kepada B2TKS Puspitek Serpong
- Lampiran 2. Surat Pengantar Pengujian Laboratorium Kepada Struktur Bangunan Balai Bahan dan Struktur Bangunan Gedung PUSKIM Bandung
- Lampiran 3. Hasil Pengujian Laboratorium B2TKS Puspitek Serpong
- Lampiran 4. Hasil Pengujian Laboratorium Struktur Bangunan Balai Bahan dan Struktur Bangunan Gedung PUSKIM Bandung
- Lampiran 5. Respon Jurnal Nasional
- Lampiran 6. *Similarity Check*
- Lampiran 7. Jurnal Nasional (*Published*)
- Lampiran 8. Berita Acara Ijin Penggandaan dan Perbaikan Tesis
- Lampiran 9. *Curriculum Vitae (CV)*

