

SKRIPSI

**STUDI NUMERIKAL DAN EKSPERIMENTAL
RANGKA BATANG KAYU MENGGUNAKAN
HUBUNGAN PELAT BUHUL *PLYWOOD* DENGAN
PENGENCANG SEKRUP KUNCI**



KIRANA PRAMESHWARI

NPM : 2012410165

PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

KO-PEMBIMBING : Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN FAKULTAS
TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL (Terakreditasi**

Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/AK-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNI 2017

SKRIPSI

**STUDI NUMERIKAL DAN EKSPERIMENTAL
RANGKA BATANG KAYU MENGGUNAKAN
HUBUNGAN PELAT BUHUL *PLYWOOD* DENGAN
PENGENCANG SEKRUP KUNCI**



KIRANA PRAMESHWARI

NPM : 2012410165

Bandung, 16 Juni 2017

KO-PEMBIMBING

Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

PEMBIMBING

Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN FAKULTAS
TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL (Terakreditasi**

Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/AK-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNI 2017

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Kirana Prameshwari

NPM : 2012410165

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“STUDI NUMERIKAL DAN EKSPERIMENTAL RANGKA BATANG KAYU MENGGUNAKAN HUBUNGAN PELAT BUHUL *PLYWOOD* DENGAN PENGENCANG SEKRUP KUNCI”** adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 16 Juni 2017



Kirana Prameshwari

**STUDI NUMERIKAL DAN EKSPERIMENTAL
RANGKA BATANG KAYU MENGGUNAKAN
HUBUNGAN PELAT BUHUL *PLYWOOD* DENGAN
PENGENCANG SEKRUP KUNCI**

Kirana Prameshwari

NPM: 2012410165

Pembimbing : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro.

Ko-Pembimbing : Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN FAKULTAS
TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL (Terakreditasi
Berdasarkan SK BAN-PT Nomor:227/SK/Ban-PT/Ak-
XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
Juni 2017**

ABSTRAK

Keterbatasan penggunaan kayu untuk keperluan dimensi, panjang atau kemampuan menerima beban yang besar merupakan permasalahan kayu sebagai material struktur. Rekayasa kayu seperti rangka batang kayu merupakan solusi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Dalam penelitian ini, rangka batang kayu didesain sebagai balok anak pendukung pelat lantai pada rumah tinggal dengan jarak antar rangka batang 750 mm. Kayu yang digunakan berjenis kayu meranti merah, dengan modulus elastisitas 10520 N/mm^2 dan kadar air 14%. Hubungan pada benda uji menggunakan pelat buhul *plywood* dengan pengencang sekrup kunci.

Hasil pengujian destruktif *third-point loading* pada rangka batang kayu yang menggunakan hubungan *plywood* dengan pengencang sekrup kunci dapat memikul beban *ultimate* sebesar 31,042 kN. Daktilitas peralihan rangka batang kayu hubungan *plywood* dengan pengencang sekrup kunci adalah 5,61 dengan kegagalan pada elemen rangka batang. Faktor keamanan beban rangka batang kayu hubungan *plywood* dengan pengencang sekrup kunci 2,92. Pengujian destruktif ketiga benda uji rangka batang menghasilkan beban pada batas elastis 10,009 kN, 11,044 kN, 11,101 kN dengan lendutan masing-masing sebesar 7,08 mm, 7,89 mm dan 6,98 mm. Hasil studi numerik dengan beban pada batas elastis menghasilkan lendutan untuk model hubungan *rigid* sebesar 7,23 mm, hubungan *pin* 7,39 mm. Validasi numerik dengan SAP 2000 untuk hubungan pada ke tiga rangka batang menghasilkan nilai *partial fixity* 0.94.

Kata Kunci: rangka batang, pelat buhul, sekrup kunci, beban elastis, beban ultimit, daktilitas, *partial fixity*.

**NUMERICAL AND EXPERIMENTAL STUDY ON
WOODEN TRUSS JOINT WITH PLYWOOD
GUSSET PLATE AND LAG-SCREW FASTENER**

Kirana Prameshwari

NPM: 2012410165

Advisor : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro.

Co-Advisor : Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
(Accredited by SKBAN-PT Nomor:227/SK/Ban-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
June 2017**

ABSTRACT

Limited of wood with large dimension, long span, and its ability to resist higher load becomes major concerns when using timber as a structural material. Engineered wood such as truss is one of the feasible solution to counter those problems. In this study, wooden truss is designed to act as a supporting beam for timber floor in a residential building. Spacing between each truss is taken as 750 mm. Wood species used in this experiment is *Red Meranti* with modulus elasticity of 10.520 N/mm² and moisture content of 14%. The joint between each member of the truss is using plywood gusset plate and lag-screw fastener.

Destructive test result of the truss under third-point loading shows that the truss is able to resist ultimate load of 31.042 N with ductility factor of 5.61. Load safety factor is 2.92. Elastic load limit from destructive test on the three wooden trusses are 10.009 kN, 11.044 kN, and 11.101 kN, with deflection of 7.08 mm, 7.89 mm and 6.98 mm, respectively. Moreover the stiffness numerical connection study using SAP 2000 resulted deformation at elastic load limit of rigid joint connection model of 7.23 mm and pin joint model of 7.39 mm with partial fixity connection value of 0.94.

Keyword: truss, gusset plate, lag-screw, elastic load, ultimate load, ductility, partial fixity.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat yang telah diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“STUDI NUMERIKAL DAN EKPERIMENTAL RANGKA BATANG KAYU MENGGUNAKAN HUBUNGAN PELAT BUHUL PLYWOOD DENGAN PENGENCANG SEKRUP KUNCI”** dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program pendidikan S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis, berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, saran dan arahan yang sangat membantu selama pembuatan skripsi ini.
2. Ibu Naomi Pratiwi, B.Eng., M.Sc. selaku Dosen Ko-Pembimbing yang telah membimbing, membantu, dan memberikan ilmu, selama pembuatan skripsi ini.
3. Papap, Ibu, Kakak dan Adik yang telah memberikan dukungan, perhatian dan bantuan selama ini.
4. Pak Teguh, Pak Didi dan Dhia yang telah membantu dalam pengerjaan dan pengujian benda uji di laboratorium.
5. Teman-teman skripsi dibawah bimbingan Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro yang telah banyak membantu dalam pembuatan skripsi ini.
6. Ludwina, Chitra, Gibran, Elfan dan Vicky, teman-teman yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis selama pembuatan skripsi ini.
7. Teman-teman Sipil Unpar Angkatan 2012 atas kebersamaannya selama ini.

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis menerima saran dan kritik yang dapat membuat skripsi ini lebih baik lagi. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna untuk para pembaca.

Bandung, Juni 2017

A handwritten signature in black ink on a light blue background. The signature is stylized and appears to read 'Kirana'.

Kirana Prameshwari

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-3
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-5
1.6 Sistematika Penulisan	1-6
1.7 Diagram Alir	1-7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Kayu Sebagai Material Konstruksi	2-1
2.2 Faktor–Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Kayu	2-2
2.2.1 Sifat Orthotropik Kayu.....	2-2
2.2.2 Sifat Higroskopik	2-3
2.2.3 Kadar Air.....	2-3
2.2.4 Berat Jenis Kayu (<i>Specific Gravity</i>).....	2-4

2.3	Sifat–Sifat Mekanik Kayu	2-4
2.3.1	Kuat Tarik	2-5
2.3.2	Kuat Tekan	2-5
2.3.3	Kuat Geser.....	2-6
2.3.4	Kuat Lengkung.....	2-6
2.3.5	Kuat Belah.....	2-7
2.3.6	Kekakuan dan Modulus Elastisas	2-7
2.3.7	Pemilihan Kayu (<i>Grading</i>).....	2-9
2.3.8	Daktilitas	2-10
2.4	Kontrol Lendutan.....	2-11
2.5	Karakteristik Cacat Kayu yang Mempengaruhi Kekuatan	2-11
2.6	Kayu Meranti Merah.....	2-13
2.7	Jenis Alat Pengencang	2-14
2.7.1	<i>Plywood</i>	2-14
2.7.2	Alat Pengencang Sekrup Kunci	2-15
2.8	<i>Truss</i>	2-19
2.8.1	<i>Truss Member</i>	2-20
2.9	Faktor Koreksi dan Persamaan Desain Batang Tekan dan Tarik	2-21
2.10	Moda (Ragam) Kegagalan Pada Sambungan dan Nilai Desain Acuan Pengencang	2-21
2.11	Kombinasi Pembebanan Lentur dan Aksial.....	2-25
2.11.1	Lentur dan Tarik Aksial	2-25
2.11.2	Lentur dan Tekan Aksial.....	2-26
2.12	Persamaan <i>Stiffness Connection</i>	2-26
BAB 3	PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN	3-1
3.1	<i>Preliminary Design</i>	3-1

3.1.1	Perhitungan Gaya Aksial dan Momen pada Rangka Batang menggunakan SAP 2000	3-2
3.1.2	Perhitungan Kombinasi Pembebanan Lentur dan Aksial.....	3-3
3.1.3	Perhitungan Sambungan Rangka Batang	3-8
3.2	Persiapan dan Perencanaan Benda Uji.....	3-11
3.2.1	Batang Kayu.....	3-11
3.2.2	<i>Plywood</i>	3-12
3.2.3	Sekrup Kunci.....	3-12
3.3	Pengujian Material	3-12
3.3.1	Uji Kadar Air dan Berat Jenis Kayu.....	3-12
3.3.2	Uji Destruktif Kayu Meranti Merah.....	3-14
3.3.3	Uji Kuat Geser Sekrup Kunci.....	3-21
3.4	Pembuatan Benda Uji	3-24
3.5	Pengujian Benda Uji dan Hasil Pengujian	3-32
3.5.1	Pengujian Non-destruktif	3-32
3.5.2	Hasil Pengujian Non-destruktif.....	3-33
3.5.3	Pengujian Destruktif.....	3-33
BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		4-1
4.1	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Rangka Batang Kayu	4-1
4.1.1	Analisis Keruntuhan Hasil Pengujian	4-3
4.2	Analisis Menggunakan SAP 2000	4-4
4.3	Momen Pada Rangka Batang.....	4-6
4.3.1	Analisis Momen Pada Sambungan <i>Rigid</i>	4-6
4.3.2	Analisis Momen Pada Sambungan <i>Pin</i>	4-7
4.3.3	Analisis Momen Pada Sambungan <i>Semirigid</i>	4-7
4.4	Nilai <i>Partial Fixity</i> Sambungan Berdasarkan Uji Destruktif.....	4-8

4.5 Perbandingan Lendutan Sambungan Berdasarkan Uji Non-destruktif dan Model Numerik.....	4-12
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Simpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....	5-3
LAMPIRAN 1 GAMBAR BENDA UJI HASIL KUAT LENTUR	LI-1

DAFTAR NOTASI

MC	=	Kadar Air (%)
m1	=	Massa Kayu sebelum dioven (gr)
m2	=	Massa Kayu setelah dioven (gr)
SG	=	Berat Jenis (gr/cm^3)
V	=	Volume (cm^3)
σ	=	Tegangan (MPa)
P	=	Gaya Aksial (N)
A	=	Luas Permukaan (mm^2)
Δ	=	Lendutan (mm)
P	=	Beban (N)
L	=	Panjang Bentang (mm)
E	=	Modulus Elastisitas (N/mm^2)
I	=	Momen Inersia (mm^4)
B	=	Lebar Benda Uji (mm)
H	=	Tinggi Benda Uji (mm)
F	=	Vektor gaya/momen yang dapat berbentuk beban (N)
K	=	Besar gaya yang diperlukan untuk mengubah bentuk benda sebesar satu satuan panjang (N/mm)
δ	=	Vektor Perpindahan atau Deformasi (mm)
μ_u	=	Daktilitas ultimate
δ_u	=	<i>Displacement Ultimate</i> (mm)
δ_p	=	<i>Displacement</i> proporsional (mm)
μ_r	=	Daktilitas <i>rupture</i>
δ_r	=	<i>Displacement Rupture</i> (mm)
δ_{ijin}	=	Lendutan yang diijinkan pada suatu struktur (mm)
D	=	Diameter sekrup kunci (mm)
L	=	Panjang nominal sekrup kunci (mm)
H	=	Tebal kepala sekrup kunci (mm)
S	=	Panjang batang tanpa ulir (mm)
T	=	Panjang batang ulir (mm)

E	=	Panjang ujung tirus (mm)
F_{yb}	=	Kekuatan leleh lentur pasak (MPa)
C_{di}	=	Faktor Diafragma
C_{eg}	=	Faktor Ujung Serat
C_g	=	Faktor Aksi Kelompok
C_M	=	Faktor Layan Basah
C_t	=	Faktor Temperatur
C_{tn}	=	Faktor Paku Miring
C_{Δ}	=	Faktor Geometri
R_d	=	Syarat Reduksi
l_m	=	Panjang tumpu pasak pada komponen struktur utama, mm
l_s	=	Panjang tumpu pasak pada komponen struktur samping, mm
F_{em}	=	Kekuatan tumpu pasak pada komponen struktur utama, MPa
F_{es}	=	Kekuatan tumpu pasak pada komponen struktur samping, MPa
Θ	=	Sudut pembebanan maksimum terhadap ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) seluruh komponen struktur dalam satu sambungan
F_b^*	=	Nilai desain lentur acuan dikalikan dengan semua faktor kecuali C_L
F_b^{**}	=	Nilai desain lentur acuan dikalikan dengan semua faktor kecuali C_V
F_{b1}	=	Tegangan akibat lentur terhadap sumbu kuat (beban lentur bekerja di muka sempit komponen struktur), MPa
F_{b2}	=	Tegangan akibat lentur terhadap sumbu kuat (beban lentur bekerja di muka sempit komponen struktur), MPa

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Contoh struktur rangka batang kayu pengganti balok	1-2
Gambar 1.2 Contoh hubungan kayu dengan pelat buhul <i>plywood</i> dan pengencang sekrup kunci.....	1-2
Gambar 1.3 Gambar Kerja Rangka Batang Kayu	1-4
Gambar 1.4 <i>Universal Testing Machine</i>	1-4
Gambar 1.5 <i>LVDT/Transducer</i>	1-5
Gambar 1.6 Diagram Alir Penelitian	1-7
Gambar 2.1 Bentuk Arah Longitudinal, Radial dan Tangensial	2-3
Gambar 2.2 Kuat Tarik Kayu	2-5
Gambar 2.3 Kuat Tekan Kayu	2-5
Gambar 2.4 Kuat Geser Kayu	2-6
Gambar 2.5 Kuat Lengkung Kayu.....	2-6
Gambar 2.6 Kuat Belah Kayu.....	2-7
Gambar 2.7 Mata Kayu	2-12
Gambar 2.8 Retak Kayu	2-12
Gambar 2.9 Serat Miring Kayu	2-12
Gambar 2.10 Pembusukan Kayu	2-12
Gambar 2.11 Pinggul Kayu	2-13
Gambar 2.12 <i>Plywood</i> dengan arah venir saling tegak lurus.....	2-14
Gambar 2.13 Dimensi Sekrup Kunci (SNI7973:2013)	2-15
Gambar 2.14 Geometrik Hubungan Baut	2-16
Gambar 2.15 Variasi Bentuk <i>Truss</i>	2-20
Gambar 2.16 Kegagalan Ragam I pada Sambungan Geser Tunggal dan Ganda.....	2-22
Gambar 2.17 Kegagalan Ragam II pada Sambungan Geser Tunggal dan Ganda.....	2-22
Gambar 2.18 Kegagalan Ragam III pada Sambungan Geser Tunggal dan Ganda.....	2-22
Gambar 2.19 Kegagalan Ragam IV pada Sambungan Geser Tunggal dan Ganda.....	2-23

Gambar 2.20 Panjang Tumpu Pasak.....	2-24
Gambar 2.21 Kombinasi Lentur dan Tarik Aksial	2-25
Gambar 2.22 Kombinasi Lentur dan Tekan Aksial.....	2-26
Gambar 3.1 Desain Rangka Batang 3D.....	3-1
Gambar 3.2 Desain Rangka Batang.....	3-1
Gambar 3.3 Batang Kayu	3-11
Gambar 3.4 <i>Plywood</i>	3-12
Gambar 3.5 Sekrup Kunci	3-12
Gambar 3.6 Benda Uji Kayu Meranti Merah untuk Kadar Air dan <i>Specific Gravity</i>	3-13
Gambar 3.7 Benda Uji Kayu <i>Plywood</i> untuk Kadar Air dan <i>Specific Gravity</i> ..	3-13
Gambar 3.8 Pengujian Destruktif Kayu Meranti Merah	3-15
Gambar 3.9 Grafik Uji Kuat Lentur Kayu Meranti Merah Benda Uji 1	3-15
Gambar 3.10 Grafik Uji Kuat Lentur Kayu Meranti Merah Benda Uji 2	3-16
Gambar 3.11 Grafik Uji Kuat Lentur Kayu Meranti Merah Benda Uji 3	3-16
Gambar 3.12 Grafik Uji Kuat Lentur Kayu Meranti Merah Benda Uji 4	3-17
Gambar 3.13 Grafik Uji Kuat Lentur Kayu Meranti Merah Benda Uji 5	3-17
Gambar 3.14 Grafik Uji Kuat Lentur Kayu Meranti Merah Benda Uji 6	3-18
Gambar 3.15 Alat Uji Geser Sekrup Kunci	3-21
Gambar 3.16 Skema Uji Kuat Geser Sekrup Kunci	3-22
Gambar 3.17 Grafik Hubungan Beban dan Peralihan Hasil Uji Kuat Geser Sekrup Kunci Benda Uji 1	3-22
Gambar 3.18 Grafik Hubungan Beban dan Peralihan Hasil Uji Kuat Geser Sekrup Kunci Benda Uji 2.....	3-23
Gambar 3.19 Grafik Hubungan Beban dan Peralihan Hasil Uji Kuat Geser Sekrup Kunci Benda Uji 3.....	3-23
Gambar 3.20 Hasil Uji Geser Sekrup Kunci.....	3-24
Gambar 3.21 Sketsa Benda Uji	3-25
Gambar 3.22 Batang Horizontal Atas dan Bawah, Batang Vertikal dan Batang Diagonal	3-25
Gambar 3.23 Gergaji Pemotong Kayu, Gergaji Pembelah Kayu dan Mesin Serut Kayu	3-26

Gambar 3.24 Titik sambungan <i>plywood</i>	3-26
Gambar 3.25 Pola pemotongan <i>plywood</i>	3-26
Gambar 3.26 <i>Plywood</i> yang sudah dipotong sesuai ukuran	3-27
Gambar 3.27 Jarak spasi sekrup pada pola <i>plywood</i> 1	3-27
Gambar 3.28 Jarak spasi sekrup pada pola <i>plywood</i> 2	3-27
Gambar 3.29 Jarak spasi sekrup pada pola <i>plywood</i> 3	3-28
Gambar 3.30 Jarak spasi sekrup pada pola <i>plywood</i> 4	3-28
Gambar 3.31 Jarak spasi sekrup pada pola <i>plywood</i> 5	3-28
Gambar 3.32 Jarak spasi sekrup pada pola <i>plywood</i> 6	3-29
Gambar 3.33 Jarak batang vertikal	3-29
Gambar 3.34 Sketsa Rangka Batang	3-29
Gambar 3.35 Pengeboran lubang <i>plywood</i>	3-30
Gambar 3.36 Pengencangan sekrup kunci.....	3-30
Gambar 3.37 Penjepitan benda uji.....	3-31
Gambar 3.38 <i>Plywood</i> yang sudah terpasang	3-31
Gambar 3.39 Benda uji rangka batang dengan sambungan pelat buhul <i>plywood</i> dan pengencang sekrup kunci	3-31
Gambar 3.40 Pengujian Non-destruktif.....	3-32
Gambar 3.41 LVDT dipasang ditengah bentang batang bawah.....	3-32
Gambar 3.42 Grafik Hubungan Beban dan Peralihan 3 Benda Uji	3-33
Gambar 3.43 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji.....	3-34
Gambar 4.1 Gambar Uji Kuat Lentur Rangka Batang Benda Uji 1	4-1
Gambar 4.2 Gambar Uji Kuat Lentur Rangka Batang Benda Uji 2	4-2
Gambar 4.3 Gambar Uji Kuat Lentur Rangka Batang Benda Uji 3	4-2
Gambar 4.4 Pemodelan Sambungan <i>Rigid</i>	4-6
Gambar 4.5 Pemodelan Sambungan <i>Pin</i>	4-7
Gambar 4.6 Pemodelan Sambungan Semirigid	4-8
Gambar 4.7 Hubungan <i>Partial Fixity</i> Terhadap Lendutan Hasil Pemodelan Beban Elastis 1 (P_{e1}).....	4-9
Gambar 4.8 Plot Hasil Percobaan Hubungan <i>Partial Fixity</i> Terhadap Lendutan Hasil Pemodelan Beban Elastis 1 (P_{e1})	4-10

Gambar 4.9 Hubungan *Partial Fixity* Terhadap Lendutan Hasil Pemodelan Beban Elastis 2 (Pe2).....4-10

Gambar 4.10 Plot Hasil Percobaan Hubungan *Partial Fixity* Terhadap Lendutan Hasil Pemodelan Beban Elastis 2 (Pe2)4-10

Gambar 4.11 Hubungan *Partial Fixity* Terhadap Lendutan Hasil Pemodelan Beban Elastis 3 (Pe3).....4-11

Gambar 4.12 Plot Hasil Percobaan Hubungan *Partial Fixity* Terhadap Lendutan Hasil Pemodelan Beban Elastis 3 (Pe3)4-11

Gambar 4.13 Grafik Hubungan Beban dan Peralihan Aktual dengan Pemodelan .4-

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Desain Acuan dan Modulus Elastisitas Lentur Acuan (SNI 7973:2013).....	2-10
Tabel 2.2 Syarat Jarak Tepi (SNI 7973:2013).....	2-17
Tabel 2.3 Syarat Jarak Untuk Pengencang Dalam Satu Baris (SNI 7973:2013).....	2-17
Tabel 2.4 Syarat Jarak Tepi (SNI 7973:2013).....	2-18
Tabel 2.5 Syarat Spasi Minimum Antar Baris (SNI 7973:2013).....	2-18
Tabel 2.6 Kekuatan Leleh Lentur Pengencang, F_{yb} (SNI 7973:2013)	2-19
Tabel 2.7 Keberlakuan Faktor-Faktor Koreksi Untuk Kayu Gergajian (SNI 7973:2013).....	2-21
Tabel 2.8 Persamaan Batas Leleh (SNI 7973:2013).....	2-23
Tabel 2.9 Faktor Reduksi (SNI 7973:2013)	2-24
Tabel 3.1 Gaya Aksial Batang	3-2
Tabel 3.2 Momen Batang	3-3
Tabel 3.3 Jumlah Sekrup Sambungan	3-10
Tabel 3.4 Kadar Air dan Berat Jenis Kayu Meranti Merah	3-14
Tabel 3.5 Kadar Air dan Berat Jenis Kayu <i>Plywood</i>	3-14
Tabel 3.6 Hasil Uji Destruktif Kayu Meranti Merah.....	3-19
Tabel 3.7 Hasil Uji Destruktif Kuat Lentur Kayu Meranti Merah	3-20
Tabel 3.8 Hasil Uji Geser Paku	3-24
Tabel 4.1 Nilai Daktilitas <i>Ultimate</i> Benda Uji	4-2
Tabel 4.2 Nilai Faktor Keamanan Benda Uji Rangka Batang.....	4-3
Tabel 4.3 Tipe Keruntuhan pada Benda Uji	4-4
Tabel 4.4 Nilai <i>Stiffness Connection</i> Pada Setiap Member	4-5
Tabel 4.5 Nilai Lendutan Hasil Uji Dengan UTM dan Pemodelan	4-8
Tabel 4.6 Lendutan Hasil Pemodelan Berdasarkan Variasi Nilai <i>Partial Fixity</i>	4-9
Tabel 4.7 Hasil Nilai Pemodelan <i>Partial Fixity</i> Berdasarkan Variasi Nilai Lendutan	4-12

Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Lendutan Aktual dan Pemodelan4-12

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Benda Uji Hasil Uji Kuat Lentur.....LI-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kayu banyak digunakan sejak dahulu sebagai bahan konstruksi sebelum orang mengenal dan menggunakan beton dan baja. Kayu berasal dari tumbuhan yang diperoleh dari alam, dan dikenal sebagai salah satu material yang bersifat ramah lingkungan (*green*), dapat diperbaharui (*renewable*), berkelanjutan (*sustainable*). Kayu mudah dibudidayakan dan didapatkan selama kelestarian hutan dijaga. Harga kayu saat ini dianggap cukup tinggi karena penggunaan kayu yang meningkat tidak diimbangi dengan dipeliharanya hutan alam. Ketersediaan kayu alam semakin menurun karena pembalakan hutan yang makin marak terjadi. Hal ini berpengaruh pada menurunnya kuantitas maupun kualitas kayu.

Secara struktural, kayu pun memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh material lain yaitu rasio kekuatan terhadap berat yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bangunan lain seperti baja dan beton. Dalam disain terhadap beban gempa, berat kayu yang tergolong ringan akan menghasilkan gaya inersia gempa yang relatif lebih kecil, sehingga bangunan kayu pada umumnya kuat dalam menahan gaya gempa. Dalam segi pengerjaan, konstruksi bangunan kayu cukup mudah dan fleksibel, karena kayu merupakan material ringan, mudah dibentuk sesuai kebutuhan dengan menggunakan beberapa jenis sambungan yang dapat diterapkan. Kayu juga memiliki nilai estetika atau segi keindahan yang tinggi. Hal ini berarti bangunan dengan material kayu dapat diekspos tanpa harus diberi *finishing*, sudah terlihat indah dan memiliki nilai jual tinggi.

Bangunan dari kayu dapat mempunyai bentang dan ketinggian yang cukup besar. Pada umumnya panjang kayu di pasaran terbatas dengan panjang sekitar 4 m. Untuk keperluan dimensi, bentang atau menerima beban yang lebih besar, dapat dilakukan rekayasa terhadap material kayu solid, yang biasa disebut dengan kayu rekayasa (*engineered wood*).

Salah satu rekayasa struktur kayu adalah sebagai rangka batang yang digunakan sebagai pendukung atap maupun sebagai balok pendukung lantai (Gambar 1.1). Jika menggunakan kayu solid akan memerlukan volume/dimensi yang lebih besar, dibandingkan dengan jika menggunakan struktur rangka batang untuk menerima beban yang sama. Batang atas pada rangka batang akan berfungsi sebagai batang tekan seperti serat atas yang tertekan pada penampang balok solid, sedangkan batang bawah akan menjadi batang tarik seperti serat bawah pada penampang solid. Gaya geser akan diterima oleh batang-batang diagonal atau vertikal dari rangka batang.



Gambar 1.1 Contoh struktur rangka batang kayu pengganti balok

Untuk menghubungkan elemen-elemen rangka batang diperlukan pelat buhul atau pelat penyambung, yang umumnya terbuat dari baja maupun *plywood* atau kayu lapis. Penggunaan *plywood* sebagai pelat penyambung lebih ekonomis dan lebih mudah dikerjakan dibandingkan dengan penggunaan pelat baja karena *plywood* lebih mudah dibentuk sesuai keinginan. Sambungan *plywood* dapat diperkencang menggunakan pasak, lem, paku, baut, sekrup kunci, maupun alat penyambung lainnya.



Gambar 1.2 Contoh hubungan kayu dengan pelat buhul *plywood* dan pengencang sekrup kunci

1.2 Inti Permasalahan

Gaya-gaya dalam pada elemen rangka batang besarnya tidak sama, sehingga diperlukan disain dimensi yang efisien. Lendutan pada struktur kayu sering menjadi syarat karena modulus elastisitasnya kecil. Hubungan yang digunakan juga bermacam-macam, dalam penelitian ini hubungan dengan pelat buhul *plywood* dengan pengencang sekrup kunci apakah memiliki kekakuan dan kekuatan untuk digunakan sebagai balok anak pendukung lantai.

1.3 Tujuan Penelitian

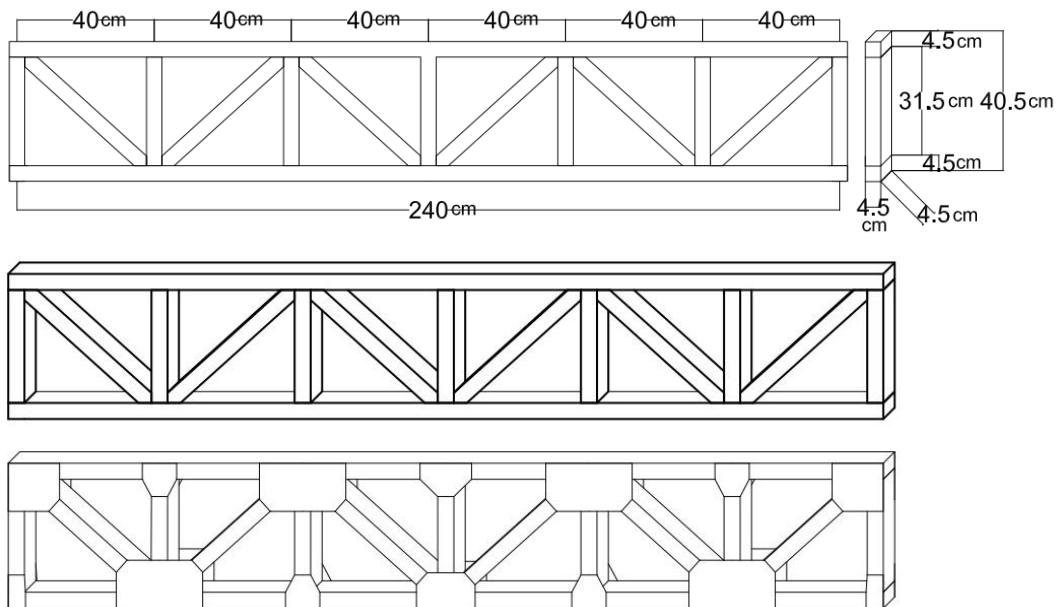
Tujuan dari penulisan skripsi ini antara lain sebagai berikut:

1. Membuat balok rangka batang yang dapat diaplikasikan sebagai balok pendukung lantai.
2. Mendapatkan desain penampang batang-batang rangka batang yang kuat dan efisien.
3. Mendapatkan beban ultimit dan lendutan pada beban maksimum.
4. Mendapatkan faktor keamanan rangka batang.
5. Mendapatkan desain sambungan yang kuat dan efisien.
6. Mencari derajat *partial fixity* dari sambungan titik buhul pemodelan struktur rangka batang kayu.
7. Mengetahui pola keruntuhan yang terjadi.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan pada penelitian ini adalah:

1. Kayu yang digunakan merupakan kayu berjenis meranti merah dengan berat jenis rata-rata sebesar 0.8 gr/cm^3 dan kadar air rata-rata sebesar 14%.
2. Ukuran benda uji. Penampang batang kayu yang digunakan berukuran lebar 4.5 cm, tinggi disesuaikan. Bentang total panjang yang bervariasi dari tinggi vertikal sekitar 40.5 cm, panjang bentang bersih 2.4 m. Ditunjukkan pada gambar 1.3.



Gambar 1.3 Gambar Kerja Rangka Batang Kayu

3. Sambungan yang akan digunakan menggunakan pelat buhul *plywood* dengan tebal 18 mm.
4. Sambungan dengan pengencang sekrup kunci, diameter 6 mm, panjang 4 cm.
5. Alat pengujian lentur rangka batang kayu menggunakan *Universal Testing Machine* seperti yang terlihat pada gambar 1.4 dan alat pengukur lendutan dengan *LVDT/Transducer* seperti yang terlihat pada gambar 1.5.



Gambar 1.4 *Universal Testing Machine*



Gambar 1.5 LVDT/Transducer

6. Pengujian destruktif dilakukan dengan metode ASTM D 198-99 (*American Society for Testing and Material*) dengan uji kuat lentur *third-point bending test*.

1.5 Metode Penelitian

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini dibuat dengan 3 metode yaitu:

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan studi untuk mengetahui hal-hal yang berhubungan dengan proses-proses penelitian. Dengan tujuan agar dapat memperdalam permasalahan dan mendukung penyelesaian penelitian dengan teori-teori yang ada dengan studi pustaka dapat mengantisipasi kekurangan-kekurangan serta hambatan yang mungkin terjadi pada proses-proses penelitian diantara pembuatan *preliminary* benda uji, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, dan analisis benda uji.
2. Uji Eksperimental

Pengujian terdiri dari dua macam, yaitu destruktif dan non-destruktif menggunakan *Universal Testing Methods* dan *LVDT/Transducer*, benda uji dan bahan benda uji diuji kuat lenturnya dengan *third-point loading bending test*. Pengujian non-destruktif dengan uji getaran. Pengukuran lendutan atau getaran menggunakan *LVDT/Transducer*.

3. Analisis

Analisis rangka batang menggunakan bantuan program SAP 2000. Rangka batang dimodelkan untuk mencari nilai kekakuan rangka batang.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi yang dilakukan secara sistematis terbagi ke dalam lima bab, diantaranya:

Bab 1 Pendahuluan

Pada Bab 1 akan dibahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 Studi Pustaka

Dalam Bab 2 penulisan skripsi ini akan diuraikan landasan-landasan teori mengenai kayu pada umumnya. Dijelaskan rumus-rumus berhubungan dengan pengujian yang dilakukan, serta beberapa studi tentang rangka batang yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

Bab 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian

Dalam Bab 3 akan diuraikan tentang segala persiapan dan pelaksanaan pengujian (pengujian kadar air, perhitungan berat jenis, uji non-destruktif kayu) serta pencatatan hasil dari pengujian rangka batang yang telah didesain dan dirakit ini.

Bab 4 Analisis Hasil Pengujian dan Pembahasan

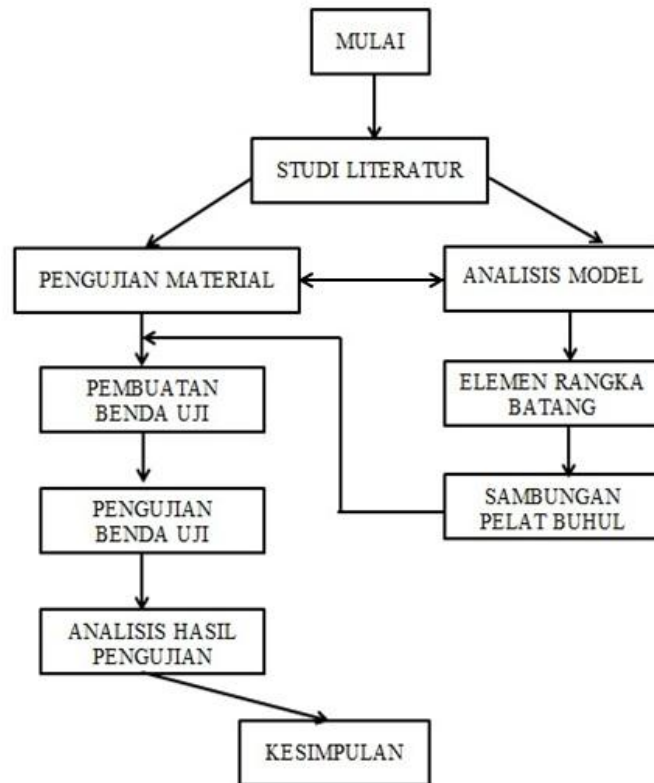
Dalam Bab 4 penulisan skripsi ini, akan diuraikan analisis dari hasil pengujian yang telah dilakukan serta akan dituliskan hasil perbandingan hasil pengujian.

Bab 5 Simpulan dan Saran

Dalam Bab 5 ini akan dibahas kesimpulan akhir dari penelitian dan hasil analisis yang telah dilakukan serta akan dituliskan juga saran-saran setelah diambilnya kesimpulan pada penelitian ini.

1.7 Diagram Alir

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.6.



Gambar 1.6 Diagram Alir Penelitian

