

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL HUBUNGAN BALOK DAN
KOLOM EKSTERIOR DENGAN SAMBUNGAN
PELAT PERANTARA DENGAN FLENS MENAHAN
MOMEN LENTUR DAN GESER DENGAN ALAT
PENGENCANG SEKRUP KUNCI**



**FELICIA KELVIANTI DARMAWAN
NPM : 6101901029**

PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023**

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL HUBUNGAN BALOK DAN
KOLOM EKSTERIOR DENGAN SAMBUNGAN
PELAT PERANTARA DENGAN FLENS MENAHAN
MOMEN LENTUR DAN GESER DENGAN ALAT
PENGENCANG SEKRUP KUNCI**



**FELICIA KELVIANTI DARMAWAN
NPM : 6101901029**

PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023**

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL HUBUNGAN BALOK DAN
KOLOM EKSTERIOR DENGAN SAMBUNGAN
PELAT PERANTARA DENGAN FLENS MENAHAN
MOMEN LENTUR DAN GESER DENGAN ALAT
PENGENCANG SEKRUP KUNCI**



**FELICIA KELVIANTI DARMAWAN
NPM : 6101901029**

**BANDUNG, 17 JULI 2023
PEMBIMBING:**

Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023**

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL HUBUNGAN BALOK DAN KOLOM EKSTERIOR DENGAN SAMBUNGAN PELAT PERANTARA DENGAN FLENS MENAHAN MOMEN LENTUR DAN GESER DENGAN ALAT PENGENCANG SEKRUP KUNCI



FELICIA KELVIANTI DARMAWAN
NPM : 6101901029

PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

PENGUJI 1: Helmy Hermawan Tjahjanto

PENGUJI 2: Sisi Nova Rizkiani

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : FELICIA KELVIANTI DARMAWAN

Tempat, tanggal lahir : Bandung, 28 Juli 2001

NPM : 6101901029

Judul skripsi : **STUDI EKSPERIMENTAL HUBUNGAN
BALOK DAN KOLOM EKSTERIOR DENGAN
SAMBUNGAN PELAT PERANTARA DENGAN
FLENS MENAHAN MOMEN LENTUR DAN
GESER DENGAN ALAT PENGENCANG
SEKRUP KUNCI**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

(Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Bandung, 25 Juli 2023



Felicia Kelvianti Darmawan

STUDI EKSPERIMENTAL HUBUNGAN BALOK DAN KOLOM EKSTERIOR DENGAN SAMBUNGAN PELAT PERANTARA DENGAN FLENS MENAHAN MOMEN LENTUR DAN GESER DENGAN ALAT PENGENCANG SEKRUP KUNCI

Felicia Kelvianti Darmawan
NPM: 6101901029

Pembimbing: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2023

ABSTRAK

Kayu banyak diminati sebagai bahan konstruksi karena sifatnya yang terbarukan dan dapat dipergunakan kembali. Kayu merupakan material ortotropik yang dapat digunakan sebagai elemen struktur seperti balok, kolom, pelat lantai, atau elemen struktur lainnya. Studi eksperimental ini meneliti Hubungan Balok-Kolom (HBK) dari jenis kayu Meranti Merah. Balok dan kolom dihubungkan dengan pelat penyambung dengan flens berbahan baja dan pengencang sekrup kunci. Jumlah benda uji dalam pengujian sambungan balok-kolom ini sebanyak tiga buah. Pengujian menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) dan pengukuran peralihan dengan *transducer*, pengujian dilakukan di laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.

Data hasil pengujian sambungan balok-kolom yang diperoleh adalah beban dan peralihan untuk mendapatkan hubungan momen-rotasi dan daktilitas. Momen ultimit dari masing-masing benda uji antara 1.171 kNm sampai 1.659 kNm. Rotasi maksimum untuk masing-masing benda uji pada pengujian antara 0.1714 radian - 0.2031 radian. Nilai daktilitas untuk ketiga benda uji antara 6.0338 sampai 9.3428. Pengujian sambungan balok-kolom menunjukkan adanya sendi plastis pada pelat perantara dan pada benda uji 1 dan 3 terdapat kepala sekrup kunci yang gagal akibat tarik.

Kata Kunci : Hubungan Balok-Kolom (HBK), pelat perantara dengan flens, sekrup kunci, momen-rotasi, daktilitas

EXPERIMENTAL STUDY OF EXTERIOR BEAM - COLUMN JOINT USING PLATE WITH FLANGE CONNECTIONS IN RESISTING MOMENTS AND SHEAR

**Felicia Kelvianti Darmawan
NPM: 6101901029**

Advisor: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM**

(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JULY 2023**

ABSTRACT

Wood is in great demand as a construction material because it is renewable and can be reused. Wood is an orthotropic material that can be used as structural elements such as beams, columns, floor slabs, or other structural elements. This experimental study investigate the Beam-Column Joint made of Red Meranti wood. Beam and column joint connected using plates with steel flanges and lag screw fasteners. The number of specimens the beam-column joints are 3. The test was carried out in the Structural Engineering Laboratory of Parahyangan Catholic University using UTM (Universal Testing Machine) and transducer. The results of testing the beam-column joint test are load and deformation, which yields on correlations between moment-rotation and ductility. The ultimate moment is in between 1.171 kNm to 1.659 kNm. The maximum rotation of the specimen is in between 0.1714 radians to 0.2031 radians. The ductility for the three specimens is in between 6.0338 to 9.3428. During this test of beam-column joint there was a plastic hinges occurred on the plate and some of lag screw head was pulled out on the specimens 1 and 2.

Keywords: Beam-Column Joint, intermediate plates with steel flanges, lag screw, moment-rotation, ductility

PRAKATA

Puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala rahmat dan karunia-Nya, peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini. Peneliti dapat menyelesaikan penelitian dalam bentuk skripsi dengan judul “Studi Eksperimental Hubungan Balok dan Kolom Eksterior dengan Sambungan Pelat Perantara dengan Flens Menahan Momen Lentur dan Geser dengan Alat Pengencang Sekrup Kunci” dengan tepat waktu.

Peneliti menyadari dan merasakan bahwa dalam menjalani proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dan mendukung proses pembuatan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus atas segala kasih, berkat, karunia, dan rahmat-Nya yang selalu menyertai dan sangat berlimpah.
2. Ayah, Ibu, Kakak, dan Saudara yang selalu mendukung, memberikan doa, dan semangat kepada peneliti selama menjalani kegiatan perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, saran, arahan, serta masukan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu penguji sidang yang telah menguji serta memberikan masukan, kritik, dan saran kepada peneliti agar hasil penelitian menjadi lebih baik.
5. Seluruh dosen, pekarya, dan staf Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan bantuan baik secara langsung dan tidak langsung secara perkuliahan.
6. Bang David dan Bang Naga selaku kakak tingkat yang memberikan bantuan dan saran untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Christine Kieswanti, Theresia Agustina Mamie, Melati Vanessa Damayanthi, Christina Yasinta selaku teman kuliah yang memberikan kenangan baik dimasa kuliah di Universitas Katolik Parahyangan. Richardo Gustin, Mario Santos,

Andreas Lukito dan Natanael Calvin Tjahjowidodo selaku teman sepenanggung ketika menyusun skripsi.

8. Theresia Noviantika, Jason Marvin, dan Nathan Blessento selaku teman sejak SMA yang menjadi tempat bercerita dan memberikan motivasi agar terus bersemangat.
9. Semua orang yang terlibat dalam perkembangan hidup peneliti hingga saat ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh sebab itu, baik saran maupun kritik yang membangun dari pembaca akan sangat bermanfaat dan bermakna bagi peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata, peneliti berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Bandung, 28 Juli 2023



Felicia Kelvianti Darmawan

6101901029



DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| LEMBAR PERNYATAAN..... | i |
| ABSTRAK..... | ii |
| ABSTRACT..... | iii |
| PRAKATA..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR NOTASI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xviii |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Inti Permasalahan..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penulisan..... | 3 |
| 1.4 Pembatasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Metode Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Sistematik Penulisan..... | 4 |
| 1.7 Diagram Alir..... | 5 |
| BAB 2 TINJAUAN KHUSUS..... | 6 |
| 2.1 Sifat Material Kayu..... | 6 |
| 2.2 Karakteristik Kayu..... | 7 |
| 2.2.1 Kadar Air Kayu (<i>Moisture Content</i>)..... | 7 |
| 2.2.2 Berat Jenis Kayu (<i>Specific Gravity</i>)..... | 7 |
| 2.2.3 Tegangan Ijin Kayu..... | 9 |

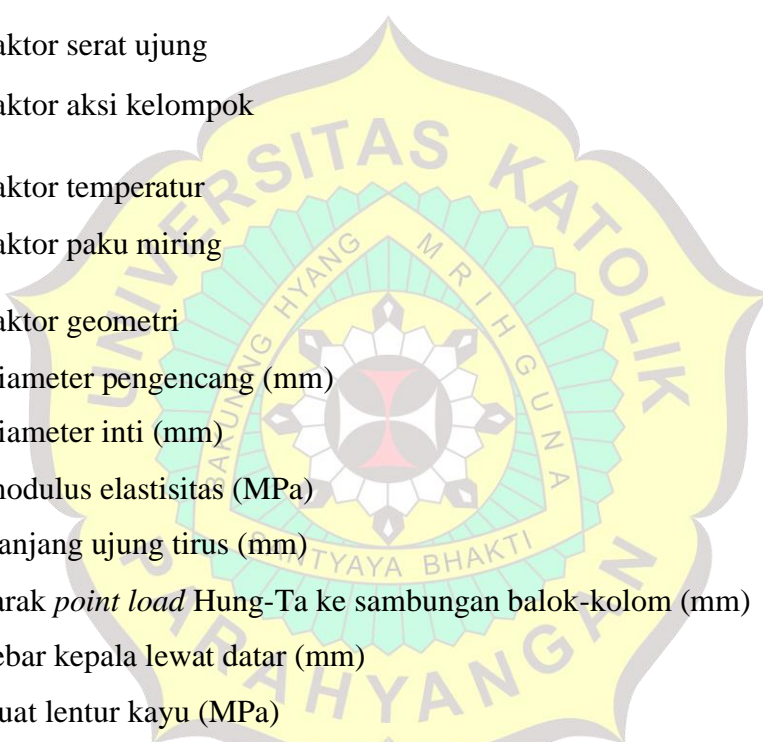
| | |
|--|-----------|
| 2.2.4 Cacat Kayu..... | 10 |
| 2.3 Properti Material Kayu Meranti Merah..... | 11 |
| 2.4 Alat Pengencang (Sekrup Kunci)..... | 11 |
| 2.4.1 Standar Dimensi Bagian-Bagian Sekrup Kunci..... | 11 |
| 2.4.2 Persyaratan Pemasangan Sekrup Kunci..... | 13 |
| 2.4.3 Persyaratan Jarak Spasi Pengencang Sekrup Kunci..... | 13 |
| 2.4.4 Persyarat Penetrasi Sekrup Kunci..... | 16 |
| 2.4.5 Kekuatan Lentur Sekrup Kunci..... | 16 |
| 2.4.6 Kekuatan Tumpu Sekrup Kunci..... | 19 |
| 2.5 Alat Penghubung Pelat Baja..... | 20 |
| 2.6 Sambungan Kayu..... | 22 |
| 2.6.1 Tahanan Aksial Acuan Sekrup Kunci..... | 22 |
| 2.6.2 Tahanan Lateral Acuan Sekrup Kunci..... | 24 |
| 2.6.3 Faktor Koreksi..... | 27 |
| 2.6.3.1 Faktor Koreksi Serat Ujung (C_{eg})..... | 28 |
| 2.6.3.2 Faktor Koreksi Layan Basah (C_M)..... | 29 |
| 2.6.3.3 Faktor Koreksi Temperatur (C_t)..... | 29 |
| 2.6.3.4 Faktor Koreksi Paku-Miring (C_{tm})..... | 29 |
| 2.6.3.5 Faktor Efek Waktu (λ)..... | 30 |
| 2.6.3.6 Faktor Ketahanan (ϕ)..... | 31 |
| 2.6.3.7 Faktor Konversi Format (K_F)..... | 31 |
| 2.6.3.8 Faktor Koreksi Tahanan Aksial Sekrup Kunci..... | 32 |
| 2.6.3.9 Faktor Koreksi Tahanan Lateral Sekrup Kunci..... | 32 |
| 2.6.4 Sendi Plastis..... | 32 |
| BAB 3 UJI EKSPERIMENTAL..... | 35 |
| 3.1 Persiapan Bahan dan Alat..... | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2 Pengujian Material Kayu..... | 37 |
| 3.2.1 Kadar Air Kayu..... | 37 |
| 3.2.2 Berat Jenis Kayu | 38 |
| 3.2.3 Uji Kuat Lentur Kayu..... | 40 |
| 3.3 Pengujian Material Sekrup Kunci | 43 |
| 3.3.1 Uji Kuat Cabut Sekrup Kunci | 43 |
| 3.3.2 Uji Kuat Lentur Sekrup Kunci | 46 |
| 3.3.3 Uji Kuat Tumpu Sekrup Kunci | 48 |
| 3.4 Pengujian Material Pelat Baja..... | 50 |
| 3.4.1 Uji Tarik Pelat Baja..... | 50 |
| 3.5 Pengujian Sambungan..... | 51 |
| 3.5.1 Perhitungan Desain Sambungan | 51 |
| 3.5.2 Pembuatan Benda Uji..... | 52 |
| 3.5.3 Setting Benda Uji..... | 56 |
| 3.5.4 Pengujian Benda Uji | 57 |
| 3.5.5 Hasil Pengujian | 58 |
| BAB 4 ANALISIS DATA | 59 |
| 4.1 Hasil Uji Eksperimental | 59 |
| 4.1.1 Grafik Beban-Peralihan..... | 59 |
| 4.1.2 Grafik Momen – Rotasi..... | 60 |
| 4.2 Hasil Analisis Sambungan | 63 |
| 4.2.1 Daktilitas | 63 |
| 4.2.2 Sendi Plastis | 64 |
| 4.3 Tipe Kegagalan Sambungan | 66 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 67 |
| 5.1 Kesimpulan | 67 |

| | |
|----------------------|----|
| 5.2 Saran..... | 68 |
| DAFTAR PUSTAKA | 69 |
| LAMPIRAN..... | 71 |



DAFTAR NOTASI



| | |
|------------|---|
| A | = luas penampang (mm^2) |
| a | = jarak antar <i>centroid</i> (mm) |
| b | = lebar penampang (mm) |
| C_D | = faktor durasi beban |
| C_M | = faktor layan basah |
| C_{di} | = faktor diafragma |
| C_{eg} | = faktor serat ujung |
| C_g | = faktor aksi kelompok |
| C_t | = faktor temperatur |
| C_{tn} | = faktor paku miring |
| C_Δ | = faktor geometri |
| D | = diameter pengencang (mm) |
| D_r | = diameter inti (mm) |
| E | = modulus elastisitas (MPa) |
| E | = panjang ujung tirus (mm) |
| e | = jarak <i>point load</i> Hung-Ta ke sambungan balok-kolom (mm) |
| F | = lebar kepala lewat datar (mm) |
| F_b | = kuat lentur kayu (MPa) |
| F_{em} | = kekuatan tumpu pasak pada komponen struktur utama (MPa) |
| F_{es} | = kekuatan tumpu pasak pada komponen struktur samping (MPa) |
| F_y | = tegangan leleh (MPa) |
| F_{yb} | = kekuatan leleh lentur pasak (MPa) |
| F_{yb} | = kekuatan lentur pengencang (MPa) |
| f | = tegangan tarik (MPa) |
| G | = berat jenis kayu |
| H | = tinggi kepala (mm) |
| h | = tinggi penampang (mm) |

| | |
|---------------|--|
| I | = momen inersia penampang (mm^4) |
| K_F | = faktor konversi format |
| L | = panjang bentang / jarak antar tumpuan (mm) |
| L | = panjang pengencang yang mengalami lentur (mm) |
| L | = panjang spesimen (mm) |
| ℓ_m | = panjang tumpu pasak pada komponen struktur utama (mm) |
| ℓ_s | = panjang tumpu pasak pada komponen struktur samping (mm) |
| M | = momen balok di tengah bentang (Nmm) = $\frac{1}{4} PL$ |
| M_p | = momen plastis (Nmm) |
| M_y | = momen lentur (Nmm) |
| N | = jumlah ulir/inci |
| P | = beban aksial (N) |
| P | = beban pada pengencang (N) |
| P | = beban saat dalam batas elastis (N) |
| P | = kekuatan cabut acuan pengencang yang masuk (N) |
| p_t | = panjang ulir tertanam / panjang penetrasi (mm) |
| R_d | = syarat reduksi |
| S | = modulus plastis penampang (mm^3) = $\frac{1}{6} bh^2$ |
| S | = panjang tanpa ulir (mm) |
| T | = panjang ulir minimum (mm) |
| W | = nilai desain cabut acuan |
| W' | = nilai desain cabut acuan terkoreksi (N/mm) |
| Δ | = lendutan saat dalam batas elastis (mm) |
| Δ | = peralihan pada pengencang dalam batas elastis (mm) |
| Δ | = peralihan vertikal akibat pembebanan (mm) |
| ΔL | = perubahan panjang (mm) |
| ε | = regangan aksial / normal (MPa) |
| λ | = faktor efek waktu |
| μ | = daktilitas |
| φ | = faktor ketahanan |

- θ_u = rotasi maksimum (radian)
 θ_y = rotasi saat kondisi elastis (radian)
 θ = sudut rotasi (radian)
 θ = sudut pembebanan maksimum terhadap serat ($0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$) untuk seluruh komponen struktur dalam satu hubungan



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Diagram Alir..... | 5 |
| Gambar 2.1 Sumbu Orthotropik pada Kayu (Wood Handbook, 2010)..... | 6 |
| Gambar 2.2 Cacat pada Balok Kayu (Porteous, J., Kermani, A., 2013) | 10 |
| Gambar 2.3 Bagian- Bagian Sekrup Kunci Segi Enam..... | 11 |
| Gambar 2.4 Geometrik Sambungan Baut | 14 |
| Gambar 2.5 Skema Pengujian Kuat Lentur Pengencang (ASTM F1575)..... | 17 |
| Gambar 2.6 Benda Uji Kuat Tumpu Setengah Lubang dan Lubang Penuh..... | 19 |
| Gambar 2.7 Grafik Beban – Peralihan (ASTM, 2002)..... | 20 |
| Gambar 2.8 Uji Tarik Spesimen Baja (Segui, 2007)..... | 21 |
| Gambar 2.9 Kurva Tegangan-Regangan Baja (Segui, 2007)..... | 22 |
| Gambar 2.10 Ragam Kelelehan yang Terjadi Pada Sambungan Lateral (SNI 7973:2013) | 25 |
| Gambar 2.11 Momen Maksimum..... | 34 |
| Gambar 2.12 Distribusi Tegangan..... | 34 |
| Gambar 3.1 Pemilihan Kayu Meranti Merah | 35 |
| Gambar 3.2 Alat Ukur Penggaris Siku dan Meteran..... | 36 |
| Gambar 3.3 Alat Bor Listrik dan Ragum | 36 |
| Gambar 3.4 Pengukuran dengan Jangka Sorong | 37 |
| Gambar 3.5 Pengukuran Berat Sampel..... | 37 |
| Gambar 3.6 Benda Uji Kadar Air dan Berat Jenis | 39 |
| Gambar 3.7 Uji Kuat Lentur Kayu Meranti Merah dengan UTM..... | 40 |
| Gambar 3.8 Sketsa Lendutan dan Momen pada Balok | 40 |
| Gambar 3.9 Grafik Beban – Peralihan Uji Lentur Kayu Meranti Merah..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Gambar 3.10 Pengujian Kuat Cabut Sekrup Kunci..... | 43 |
| Gambar 3.11 Alat Bantu Uji Kuat Cabut Sekrup Kunci | 43 |
| Gambar 3.12 Grafik Beban–Peralihan Uji Kuat Cabut Sekrup Kunci Tegak Lurus Serat..... | 45 |
| Gambar 3.13 Grafik Beban – Peralihan Uji Kuat Cabut Sekrup Kunci Sejajar Serat | 45 |
| Gambar 3.14 Pengujian Lentur Sekrup Kunci..... | 46 |
| Gambar 3.15 Grafik Beban-Peralihan Uji Kuat Lentur Sekrup Kunci | 47 |
| Gambar 3.16 Pengujian Kuat Tumpu Sekrup Kunci..... | 48 |
| Gambar 3.17 Grafik Beban – Peralihan Uji Tumpu Sekrup Kunci (U-1)..... | 49 |
| Gambar 3.18 Pengujian Kuat Tarik Pelat Baja..... | 50 |
| Gambar 3.19 Grafik Beban-Peralihan Uji Kuat Tarik Pelat Baja | 51 |
| Gambar 3.20 Sketsa Komponen Benda Uji Hubungan Balok dan Kolom..... | 52 |
| Gambar 3.21 Konfigurasi Sekrup Kunci pada Benda Uji | 53 |
| Gambar 3.22 Pemotongan Balok Kayu untuk Benda Uji HBK | 54 |
| Gambar 3.23 Pengelasan Pelat Perantara | 54 |
| Gambar 3.24 Pembuatan Lubang Penuntun Sekrup Kunci | 55 |
| Gambar 3.25 Pemasangan Sekrup Kunci | 55 |
| Gambar 3.26 Benda Uji Hubungan Balok dan Kolom..... | 56 |
| Gambar 3.27 Pembuatan Lubang Perletakan dengan Bor Duduk | 56 |
| Gambar 3.28 Pemasangan Pelat dan Dowel pada Perletakan Kolom | 57 |
| Gambar 3.29 Pengujian HBK dengan Alat UTM..... | 57 |
| Gambar 4.1 Grafik Beban – Peralihan HBK Benda Uji 1 | 59 |
| Gambar 4.2 Grafik Beban – Peralihan HBK Benda Uji 2..... | 59 |
| Gambar 4.3 Grafik Beban – Peralihan HBK Benda Uji 3..... | 60 |
| Gambar 4.4 Rotasi Saat Pengujian B-2 | 60 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.5 Sketsa Sudut Rotasi dan Peralihan | 61 |
| Gambar 4.6 Grafik Momen – Rotasi HBK Benda Uji 1 | 61 |
| Gambar 4.7 Grafik Momen – Rotasi HBK Benda Uji 2 | 62 |
| Gambar 4.8 Grafik Momen – Rotasi HBK Benda Uji 3 | 62 |
| Gambar 4.9 Grafik Momen – Rotasi HBK Benda Uji 2 (alat UTM)..... | 63 |
| Gambar 4.10 Sketsa Jarak dan Rotasi | 64 |
| Gambar 4.11 Kegagalan pada Pelat Perantara..... | 66 |
| Gambar 4.12 Kegagalan Tarik pada Kepala Sekrup Kunci..... | 66 |



DAFTAR TABEL

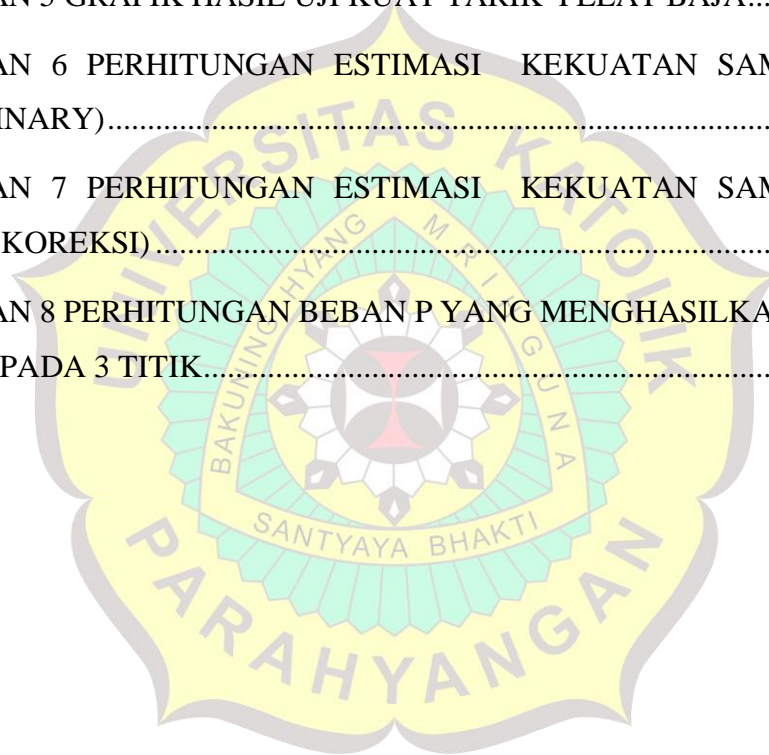
| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Berat Jenis Beberapa Kayu Indonesia (SNI 7973:2013)..... | 8 |
| Tabel 2.2 Nilai Desain dan Modulus Elastisitas Lentur (SNI 7973:2013)..... | 9 |
| Tabel 2.3 Sekrup Kunci Segi 6 Standar..... | 12 |
| Tabel 2.4 Syarat Jarak Tepi (SNI 7973:2013)..... | 15 |
| Tabel 2.5 Syarat Jarak Ujung (SNI 7973:2013) | 15 |
| Tabel 2.6 Syarat Spasi Pengencang dalam Satu Baris (SNI 7973:2013) | 16 |
| Tabel 2.7 Syarat Spasi Minimum antar Baris (SNI 7973:2013) | 16 |
| Tabel 2.8 Kekuatan Lentur Pengencang, F_{yb} (SNI 7973:2013)..... | 17 |
| Tabel 2.9 Dimensi Benda Uji Kuat Tumpu (ASTM, 2002) | 19 |
| Tabel 2.10 Nilai Desain Cabut Acuan Sekrup Kunci (W) (SNI 7973:2013) | 23 |
| Tabel 2.11 Persamaan Batas Leleh (SNI 7973:2013) | 26 |
| Tabel 2.12 Syarat Reduksi, R_d (SNI 7973:2013) | 27 |
| Tabel 2.13 Keberlakuan Faktor Koreksi Pada Sambungan (SNI 7973:2013)..... | 28 |
| Tabel 2.14 Faktor Layan Basah, C_M (SNI 7973-2013) | 29 |
| Tabel 2.15 Faktor Temperatur, C_t (SNI 7973-2013)..... | 29 |
| Tabel 2.16 Faktor Efek Waktu, λ (SNI 7973-2013) | 30 |
| Tabel 2.17 Faktor Ketahanan, ϕ (SNI 7973-2013)..... | 31 |
| Tabel 2.18 Faktor Konversi format, K_F (SNI 7973-2013) | 31 |
| Tabel 3.1 Kadar Air Spesimen Uji | 38 |
| Tabel 3.2 Berat Jenis Spesimen Uji..... | 39 |
| Tabel 3.3 Kuat Lentur Kayu Meranti Merah..... | 42 |
| Tabel 3.4 Hasil Pengujian Cabut Sekrup Kunci (Lubang Penuntun 4 mm)..... | 44 |
| Tabel 3.5 Hasil Pengujian Cabut Sekrup Kunci (Lubang Penuntun 5 mm)..... | 44 |
| Tabel 3.6 Hasil Pengujian Kuat Lentur Sekrup Kunci | 47 |

| | |
|--|----|
| Tabel 3.7 Hasil Pengujian Tumpu Sekrup Kunci (Bagian Ulir) | 49 |
| Tabel 3.8 Hasil Pengujian Tumpu Sekrup Kunci (Bagian Tak Berulir) | 49 |
| Tabel 3.9 Hasil Pengujian Tarik Pelat Baja | 51 |
| Tabel 3.10 Beban dan Peralihan Pengujian HBK | 58 |
| Tabel 4.1 Hasil Analisis Pengujian HBK (Momen dan Rotasi)..... | 63 |
| Tabel 4.2 Hasil Analisis Pengujian HBK (Daktalitas)..... | 64 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-----|
| LAMPIRAN 1 GRAFIK HASIL UJI KUAT CABUT SEKRUP KUNCI MATA BOR 4..... | 71 |
| LAMPIRAN 2 GRAFIK HASIL UJI KUAT CABUT SEKRUP KUNCI MATA BOR 5..... | 77 |
| LAMPIRAN 3 GRAFIK HASIL UJI KUAT LENTUR SEKRUP KUNCI | 82 |
| LAMPIRAN 4 GRAFIK HASIL UJI KUAT TUMPU SEKRUP KUNCI | 86 |
| LAMPIRAN 5 GRAFIK HASIL UJI KUAT TARIK PELAT BAJA..... | 93 |
| LAMPIRAN 6 PERHITUNGAN ESTIMASI KEKUATAN SAMBUNGAN (PRELIMINARY)..... | 95 |
| LAMPIRAN 7 PERHITUNGAN ESTIMASI KEKUATAN SAMBUNGAN (DESAIN KOREKSI)..... | 105 |
| LAMPIRAN 8 PERHITUNGAN BEBAN P YANG MENGHASILKAN 3 SENDI PLASTIS PADA 3 TITIK..... | 109 |



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini perkembangan infrastruktur di Indonesia semakin penting untuk mendukung mobilisasi dan meningkatkan perekonomian, salah satunya yaitu pada bidang konstruksi atau pembangunan. Pada proses pembangunan dibutuhkan biaya dan bahan dalam jumlah yang besar, maka upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan pertimbangan dalam aspek ekonomi dan kualitas, dimana untuk bahan konstruksi dicarinya bahan dengan sifat yang baik serta harga yang ekonomis. Takano (2015) menyebutkan bahwa salah satu bahan atau material konstruksi yang diminati masyarakat adalah kayu, karena sifatnya yang terbarukan dan dapat dipergunakan kembali.

Material kayu merupakan salah satu material yang paling awal dikenal manusia sebagai sarana dan prasarana ataupun infrastruktur yang sumbernya alam yang dapat diperbaharui. Kayu termasuk material orthotropik dimana karakteristik fisik maupun mekaniknya berbeda pada ketiga arah sumbu utama yang saling tegak lurus yaitu sumbu radial (tegak lurus lingkaran tumbuh), sumbu longitudinal (memanjang serat) dan sumbu tangensial (menyinggung lingkaran tumbuh). Orientasi struktur serat, sel jari-jari (*ray cell*) serta elemen pembentukan kayu lainnya seperti sel trakeida, sel parenkim dan sel serabut memengaruhi ketiga arah sumbu tersebut. Kemudian besaran sifat kekuatan dan sifat elastisitas kayu pun bervariasi, dipengaruhi oleh arah sumbu yang biasanya lebih didominasi oleh arah tegak lurus serat (transversal) dan memanjang serat (aksial). Umumnya perbedaan sifat pada arah tangensial dan radial sangat kecil sehingga seringkali diabaikan.

Material kayu dikenal memiliki keunggulannya yaitu mudah dikerjakan atau dibentuk dengan alat dan diperbaiki di lapangan, bahan yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui, lebih fleksibel menahan gempa, memiliki nilai estetika serta lebih ekonomis dibandingkan bahan konstruksi lainnya. Namun persediaan material kayu berkualitas baik dan berpenampang besar dari hutan alam semakin berkurang. Kekurangan paling utama dari kayu yaitu kayu mudah terbakar, namun adapula beberapa kekurangan lainnya yang disebabkan oleh bakteri, jamur,

pengausan mekanis, serangga pengerek (rayap), cacat kayu, serta dapat menyusut bila terjadi perubahan kelembaban.

Elemen struktur seperti balok, kolom, pelat lantai atau elemen lainnya dapat dibuat dari kayu, dimana pada elemen struktur tersebut kayu dapat mengalami gaya tarik, gaya tekan, gaya geser, dan lentur. Namun tidak semua jenis kayu dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Pada daerah sambungan elemen struktur kayu merupakan bagian yang paling kritis diantara elemen struktur lainnya karena daerah sambungan harus dapat meneruskan beban yang bekerja pada suatu konstruksi. Salah satu sambungan pada bangunan yaitu hubungan balok dan kolom.

Pada daerah sambungan selalu didesain lebih kuat dari kekuatan balok dan kolom itu sendiri, maka diperlukan pelat perantara untuk memperkuat dan menghindari kegagalan pada sambungan atau hubungan. Pada daerah sambungan atau hubungan pun diperkuat dengan pengencang sekrup kunci, umumnya digunakan karena kemudahannya. Sekrup kunci / *lag screw* tersedia secara umum berkisar antara diameter sekitar 5,1 mm hingga 25,4 mm (0,2 hingga 1 inci) dan memiliki panjang berkisar 25,4 mm hingga 406 mm (1 hingga 16 inci). Panjang bagian berulir bervariasi, ulir pada sekrup kunci memiliki peran yang sangat penting pada mekanisme transfer gaya atau beban. Sekrup kunci memiliki kepala berbentuk heksagonal dan dikencangkan dengan kunci pas (berlawanan dengan sekrup kayu yang memiliki kepala berlubang dan dikencangkan dengan obeng).

1.2 Inti Permasalahan

Pada hubungan balok dan kolom merupakan daerah kritis akibat timbulnya momen, agar mampu mentransfer dan menerima beban-beban yang bekerja digunakan pelat perantara dengan flens sebagai penyambung dan sekrup kunci sebagai pengencang. Dasar percobaan ditinjau dari desain sambungan pelat perantara dengan flens, jumlah dan jarak antar sekrup kunci untuk menghindari resiko kegagalan pada hubungan balok dan kolom.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari dilakukannya studi dan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mempelajari sifat fisik dan mekanik melalui uji berat jenis, kadar air, kekuatan lentur, kekuatan tekan, kekuatan geser dan modulus elastisitas pada kayu meranti
2. Mengetahui kekuatan cabut dan tumpu yang terjadi pada alat pengencang sekrup kunci
3. Mendesain kekuatan lentur dan geser pada hubungan balok dan kolom
4. Menguji dan mengamati perilaku dari hubungan balok dan kolom dengan sambungan pelat perantara dengan flens dan alat pengencang sekrup kunci

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini, dilakukan beberapa pembatasan sebagai berikut :

1. Acuan penelitian menggunakan SNI 7973-2013
2. Kayu yang digunakan dalam eksperimen sebagai benda uji merupakan kayu jenis Meranti Merah
3. Kayu solid yang digunakan sebagai balok dan kolom memiliki dimensi penampang 50 mm x 106 mm dengan tinggi kolom 900 mm dan panjang balok 700 mm
4. Pelat yang digunakan dalam eksperimen sebagai penyambung merupakan besi dengan tebal 3 mm
5. Sekrup kunci atau *lag screw* yang digunakan dalam eksperimen sebagai pengencang memiliki diameter 6,35 mm dan panjang 50,8 mm
6. Uji kuat lentur dan geser dari hubungan balok dan kolom menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*)

1.5 Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari pemahaman konsep, pengambilan teori, informasi dan acuan untuk menjadi dasar penelitian yang membantu dalam memahami permasalahan dan pencarian solusi yang sesuai dengan tujuan penelitian.

2. Uji Eksperimental

Uji eksperimental dilaksanakan dengan membuat model hubungan balok dan kolom pada kayu meranti dengan total 3 buah benda uji. Pengujian ini menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*) di laboratorium struktur Teknik Sipil Universal Katolik Parahyangan.

1.6 Sistematik Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan pembahasan latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan dan diagram alir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori yang dijadikan dasar dalam eksperimen pada studi ini.

BAB III PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

Bab ini berisikan penjelasan persiapan alat dan bahan untuk pengujian serta tahapan pengujian yang akan dilaksanakan. Tahapan tersebut terdiri dari pembuatan rencana benda uji, pengujian material dan pengujian sambungan.

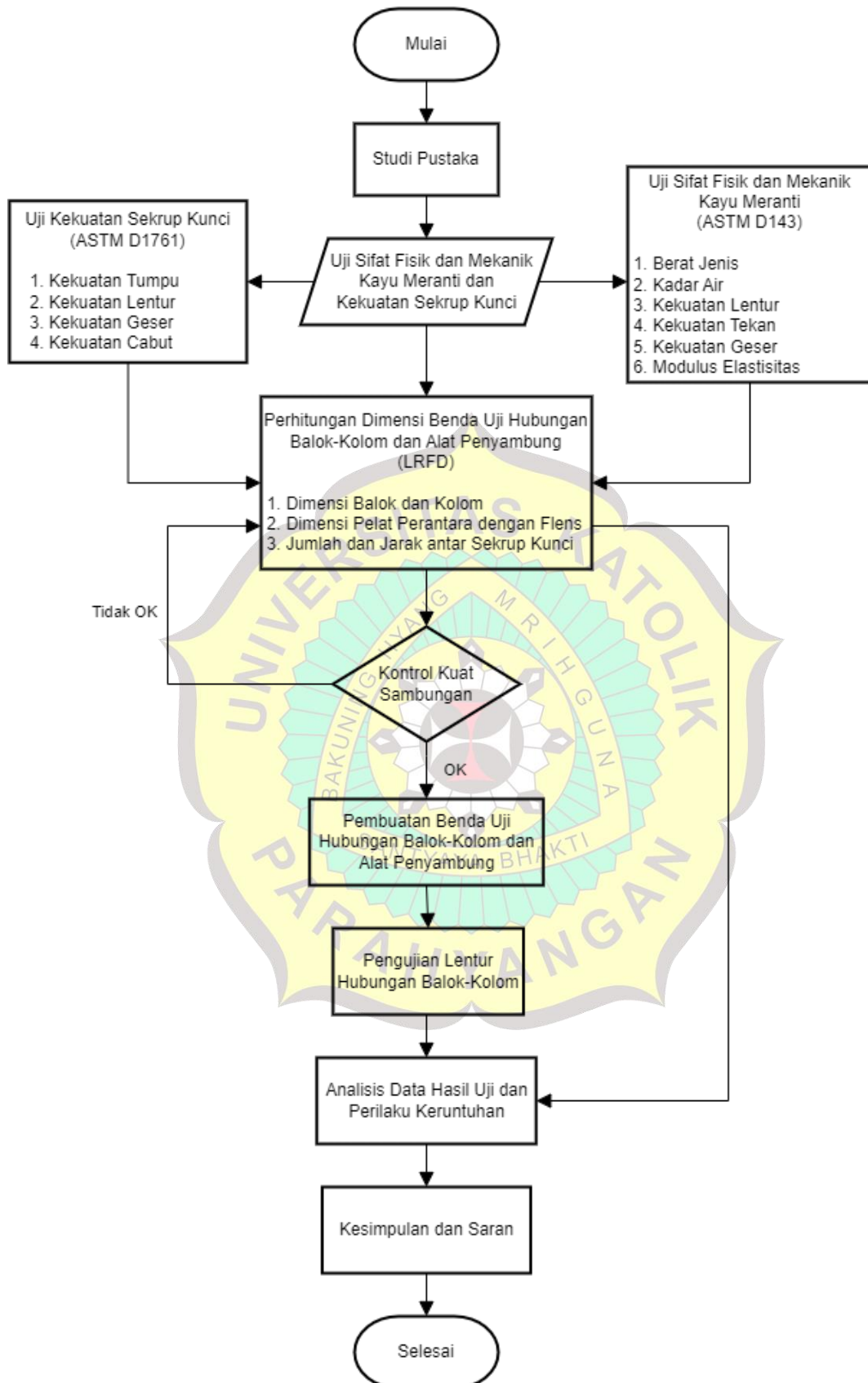
BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN

Bab ini berisikan penjelasan mengenai hasil pengujian yang diperoleh seperti data uji, data hubungan momen dan geser pada hubungan balok dan kolom dengan sambungan pelat perantara dengan flens dan alat penghubung sekrup kunci.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan akhir dari hasil studi serta saran terkait hasil yang diperoleh pada studi yang telah dilakukan untuk perkembangan penelitian selanjutnya.

1.7 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir