

PENELITIAN EKSPERIMENTAL KEKUATAN LENTUR KAYU ULIN (*EUSIDEROXYLON ZWAGERI*)

Johnny Gunawan Palapessy

NRP : 0821042

Pembimbing : Dr. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRAK

Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) yang sering disebut kayu besi karena sifat kayunya yang kuat dan awet, termasuk dalam *famili Lauraceaea*. Tumbuh secara alami di hutan Kalimantan, Jambi, Sumatera Selatan, dan Bangka & Belitung. Tinggi pohon dapat mencapai 35 m dengan panjang batang bebas cabang 5-20 m, diameter sampai 100 cm, dan kadang-kadang sampai 150 cm. Keistimewaan kayu Ulin, selain kuat dan awet (termasuk dalam kelas kuat I dan kelas awet I) adalah tahan terhadap serangan rayap dan serangga penggerek. Kayu Ulin juga tahan terhadap perubahan suhu, kelembaban, dan pengaruh air laut. Karenanya jenis ini banyak digunakan untuk konstruksi jembatan, dermaga, bangunan yang terendam air, bantalan rel kereta api, perkapalan, dll.

Tujuan penelitian dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah melakukan pengujian eksperimental untuk mendapatkan data empiris kekuatan lentur kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*).

Dari hasil penelitian kekuatan lentur kayu Ulin didapat nilai titik leleh ijin, titik leleh rata-rata, beban maksimum, lendutan maksimum, lendutan ijin, lendutan rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi dan tegangan lentur pada kayu Ulin dengan menggunakan lima metode penentuan titik leleh serta uji statistik. Kekuatan lentur kayu Ulin dari penelitian ini diperoleh sebesar 53,54 MPa. Modulus Elastisitas lentur (MoE) didapat sebesar 833,355 N/mm² dan kekuatan ultimit (MoR) sebesar 85,916 N/mm².

Kata kunci: Ulin, Lentur, Eksperimental.

EXPERIMENTAL RESEARCH POWER BENDING IRON WOOD ULIN (*EUSIDEROXYLON ZWAGERI*)

Johnny Gunawan Palapessy

NRP : 0821042

Supervisor : Dr. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRACT

*Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) are often called iron wood because of the nature of the wood is strong and durable, included in the family Lauraceae. Grow naturally in the forests of Kalimantan, Jambi, South Sumatra and Bangka Belitung &. Tree height can reach 35 m long boles of 5-20 m, diameter up to 100 cm, and sometimes up to 150 cm. Privileged Ulin wood, in addition to strong and durable (including the strong class I and class durable I) is resistant to termites and insects. Ulin wood is also resistant to changes in temperature, humidity, and the influence of sea water. Therefore this type are widely used for the construction of bridges, docks, flooded buildings, railway sleepers, shipbuilding, etc..*

*The goal of research in the preparation of this Final Project is an experimental test to obtain empirical data Ulin wood bending strength (*Eusideroxylon zwageri*).*

From the research Ulin wood flexural strength values obtained permission melting point, the melting point of the average, maximum load, maximum deflection, deflection permits, deflections mean, standard deviation, coefficient of variation and bending stress at Ulin wood by using a five-point determination method melting and statistical tests. Flexural strength of Ulin timber obtained from this research is 53,54 MPa. Flexural modulus of elasticity (MoE) obtained at 833,355 N/mm² and ultimate strength (MoR) at 85.916 N/mm².

Keywords: Ulin, Bending, Experimental.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	ii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iii
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	iv
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Sistematika Penelitian	4
1.5 Metodologi Penelitian	4
 BAB II TINJAUAN LITERATUR	 6
2.1 Kayu	6
2.1.1 Sifat Utama Kayu	6
2.1.2 Sifat Fisik Kayu	6
2.1.2.1 Berat Jenis Kayu	6
2.1.2.2 Keawetan Kayu Alami	7
2.1.2.3 Warna Kayu	7
2.1.2.4 Higrokopis	8
2.1.2.4 Kekerasan	8
2.1.2.5 Tekstur dan Serat	8
2.1.3 Sifat Mekanik Kayu	9
2.1.3.1 Kekuatan Tarik	9
2.1.3.2 Kekuatan Tekan	9
2.1.3.3 Kekuatan Geser	10
2.1.3.4 Kekuatan Lentur	11
2.1.3.5 Kekuatan Puntir	11
2.1.3.6 Kekuatan Belah	12
2.1.4 Sifat Kimia Kayu	12
2.1.5 Klasifikasi Berdasarkan Kekuatan Kayu	13
2.1.5 Klasifikasi Berdasarkan Keawetan Kayu	14
2.2 Kadar Air	14
2.3 Kayu Ulin	15
2.3.1 Ciri Umum Kayu Ulin	16
2.3.2 Struktur Kayu Ulin	17

2.3.3	Sifat Fisis Kayu Ulin	17
2.3.4	Sifat Mekanis Kayu Ulin	18
2.3.5	Sifat Kimia Kayu Ulin	19
2.3.6	Pengeringan Kayu Ulin	19
2.4	Pengeringan Kayu	20
2.4.1	Hal yang Menentukan Percepatan Pengeringan	21
2.4.2	Cara Pengeringan Kayu	21
2.4.2.1	Pengeringan Alami	22
2.5	Metode Yang Digunakan Pada Pengujian Kayu Ulin	23
2.5.1	<i>Karacabeyli and Ceccotti (K&C)</i>	23
2.5.2	<i>Kcommonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)</i>	24
2.5.3	<i>Equivalent Energy Elastic-Plastic Curve (EEEP)</i>	24
2.5.4	<i>Yasumura and Kawai (Y&K)</i>	25
2.5.5	<i>5% of diameter (5% diameter)</i>	26
2.6	Peraturan Kayu Menurut RSNI 03-xxxx-2013	27
2.6.1	Komponen Struktur Lentur	27
2.6.1.1	Bentang Komponen Struktur Lentur	27
2.6.1.2	Distribusi Lateral Beban Terpusat	27
2.6.2	Komponen Struktur Lentur-Lentur	27
2.6.2.1	Kekuatan Lentur	27
2.6.2.2	Pesamaan Desain Lentur	28
2.6.2.3	Faktor Stabilitas Balok, C_L	28
2.7	Kekuatan Lentur Balok	31
2.7.1	Standar Pengujian	34
2.7.2	Tegangan Balok	34
2.7.3	Rumus Tegangan Lentur	37
2.7.4	Rumus Lendutan	38
2.8	Uji Statistik	39
2.8.1	Rata-Rata	39
2.8.2	Standar Deviasi	39
2.8.3	Koefisien Variasi	41
BAB III	STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN	42
3.1	Data Benda Uji	42
3.2	Cara Pengujian	42
3.2	Benda Uji U-01	45
3.3	Benda Uji U-02	51
3.4	Benda Uji U-03	56
3.5	Hasil Pengujian Dalam Bentuk Tabel	61
3.6	Kekuatan Lentur Kayu Ulin	69
BAB IV	KESIMPULAN DAN SARAN	70
4.1	Kesimpulan	70
4.2	Saran	71
	Daftar Pustaka	72
	Lampiran L1	73
	Lampiran L2	77
	Lampiran L3	153

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang, mm^2
A_m	= luas penampang bruto komponen struktur kayu utama, mm^2
A_s	= jumlah luas penampang bruto komponen struktur sisi, mm^2
C_F	= faktor ukuran untuk kayu gergajian
C_L	= faktor stabilitas balok
C_M	= faktor layan basah
C_P	= faktor stabilitas kolom
C_{fu}	= faktor penggunaan rebah
C_g	= faktor aksi kelompok untuk sambungan
C_i	= faktor tusuk untuk kayu dimensi
D	= diameter, mm
E, E'	= modulus elastisitas acuan dan terkoreksi, MPa
E_{min}, E'_{min}	= modulus elastisitas acuan dan terkoreksi untuk perhitungan stabilitas balok dan kolom, MPa
F_b, F'_b	= nilai desain acuan dan terkoreksi, MPa
F_b^*	= nilai desain lentur acuan dikalikan dengan semua faktor koreksi yang berlaku kecuali C_L , MPa
F_{bE}	= nilai desain tekuk kritis untuk komponen struktur lentur, MPa
F_c, F'_c	= nilai desain tekan sejajar serat acuan dan terkoreksi, MPa
F_c^*	= nilai desain tekan acuan sejajar serat dikalikan dengan semua faktor koreksi kecuali C_P , MPa
F_e	= kuat tumpu pasak, MPa
F_{em}	= kuat tumpu pasak komponen struktur utama, MPa
F_{es}	= kuat tumpu pasak komponen struktur sisi, MPa
F_t, F'_t	= nilai desain tarik sejajar serat acuan dan terkoreksi, MPa
F_{yb}	= kuat leleh lentur pengencang, MPa
I	= momen inersia, mm^4
K	= kekakuan awal
K_θ	= koefisien sudut terhadap serat untuk sambungan penguat tipe

	pasak dengan $D < 6,35 \text{ mm}$
L	= panjang bentang untuk komponen struktur lentur, m
L_c	= panjang dari ujung tiang ke penampang kritis, m
M	= momen lentur maksimum, Nmm
MoE	= modulus elastisitas lentur, Kg/mm^2
MoR	= kekuatan ultimit Kg/mm^2
P	= beban terpusat total atau beban aksial total, N
$P_{\max}$	= beban maksimal, N
P_y	= titik leleh, N
Q	= momen statis suatu area terhadap sumbu netral, mm^3
R_B	= rasio kelangsingan komponen struktur lentur
R_d	= suku reduksi untuk sambungan pengencang tipe pasak
S	= modulus penampang, mm^3
T	= temperatur, $^{\circ}\text{C}$
V	= gaya geser, N
V_r, V_r'	= geser desain acuan dan terkoreksi, N
Z, Z'	= nilai desain lateral acuan dan terkoreksi untuk sebuah pengencang pada sambungan, N
b	= lebar komponen struktur lentur persegi panjang, mm
d	= tinggi komponen struktur lentur, mm
e	= eksentrisitas, mm
f_b	= tegangan lentur aktual, MPa
f_c	= tegangan tekan aktual sejajar serat, MPa
f_c'	= kekuatan tekan beton, MPa
f_t	= tegangan tarik aktual sejajar serat, MPa
f_v	= tegangan geser aktual sejajar serat, MPa
ℓ	= panjang bentang komponen struktur lentur, mm
ℓ	= jarak antara titik-titik tumpuan lateral komponen struktur tekan, mm
ℓ_e	= panjang efektif komponen struktur tekan, mm
ℓ_e/d	= rasio kelangsingan komponen struktur tekan
ℓ_u	= panjang bentang tak tertumpu lateral komponen struktur lentur, mm

n	= banyaknya pengencang di satu baris
s	= standar deviasi
t	= tebal, mm
x	= jarak antara muka tumpuan ke beban, mm
$\bar{x}$	= rata-rata
y	= jarak dari serat yang ditinjau terhadap garis netral, mm
$W_{failure}$	= energi hilang
γ	= modulus beban/gelincir untuk suatu sambungan, N/mm
λ	= faktor efek waktu
Δ_y	= lendutan leleh, mm
Δ_{max}	= lendutan maksimal, mm
$\Delta_{failure}$	= deformasi pada kegagalan, m
θ	= sudut antara arah beban dan arah serat (sumbu longitudinal komponen struktur) untuk desain konektor pelat geser atau cincin belah, derajat
σ_x	= tegangan lentur, Mpa

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Rumah adat Banjar	1
Gambar 1.2	Jembatan menggunakan kayu Ulin	2
Gambar 1.3	Kolom dan balok pada rumah adat Banjar	2
Gambar 1.4	Bagan alir penelitian tugas akhir	5
Gambar 2.1	Kekuatan tarik kayu	9
Gambar 2.2	Macam-macam gaya tekan kayu	10
Gambar 2.3	Kekuatan geser kayu	11
Gambar 2.4	Kekuatan lentur kayu	11
Gambar 2.5	Kekuatan puntir kayu	12
Gambar 2.6	Kekuatan belah kayu	12
Gambar 2.7	Alat ukur kadar air	15
Gambar 2.8	Kayu Ulin	20
Gambar 2.9	Penumpukan kayu vertikal	22
Gambar 2.10	Penumpukan kayu secara horizontal	23
Gambar 2.11	Metode <i>Karacabeyli and Ceccotti (K&C)</i>	23
Gambar 2.12	Metode CSIRO	24
Gambar 2.13	Metode EEEP	25
Gambar 2.14	Metode Y&K	26
Gambar 2.15	Metode 5% diameter	27
Gambar 2.16	Klasifikasi kegagalan lentur balok (ASTM 2008)	32
Gambar 2.17	Benda uji kayu Ulin	33
Gambar 2.18	Uji kuat lentur balok kayu	33
Gambar 2.19	Benda Uji	34
Gambar 2.20	Sifat balok dalam lentur	35
Gambar 2.21	Regangan pada penampang balok	36
Gambar 2.22	Distribusi tegangan akibat lentur	36
Gambar 2.23	Tegangan pada lentur murni	37
Gambar 2.24	Balok di atas 2 tumpuan dengan 1 beban terpusat	39

Gambar 3.1	Uji Lentur	42
Gambar 3.2	Kayu setelah uji lentur	43
Gambar 3.3	Grafik benda uji U-01	43
Gambar 3.4	Grafik benda uji U-02	44
Gambar 3.5	Grafik benda uji U-03	44
Gambar 3.6	Alur kerusakan kayu	45
Gambar 3.7a	Nilai titik leleh dengan metode K&C	46
Gambar 3.7b	Nilai titik leleh dengan metode CSIRO	47
Gambar 3.7c	Nilai titik leleh dengan metode EEEP	48
Gambar 3.7d	Nilai titik leleh dengan metode Y&K	49
Gambar 3.7e	Nilai titik leleh dengan metode 5% diameter	50
Gambar 3.8a	Nilai titik leleh dengan metode K&C	51
Gambar 3.8b	Nilai titik leleh dengan metode CSIRO	52
Gambar 3.8c	Nilai titik leleh dengan metode EEEP	53
Gambar 3.8d	Nilai titik leleh dengan metode Y&K	54
Gambar 3.8e	Nilai titik leleh dengan metode 5% diameter	55
Gambar 3.9a	Nilai titik leleh dengan metode K&C	56
Gambar 3.9b	Nilai titik leleh dengan metode CSIRO	57
Gambar 3.9c	Nilai titik leleh dengan metode EEEP	58
Gambar 3.9d	Nilai titik leleh dengan metode Y&K	59
Gambar 3.9e	Nilai titik leleh dengan metode 5% diameter	60
Gambar L1.1a	Pabrikasi benda uji	74
Gambar L1.1b	Kayu Ulin saat dilakukan pengujian kuat lentur	74
Gambar L1.1c	Kayu Ulin setelah pengujian kuat lentur	75
Gambar L1.1d	Alur kegagalan balok Ulin	75
Gambar L1.1e	Sampel kayu Ulin setelah pengujian laboratorium	76
Gambar L1.1f	Grafik benda uji U-01	76
Gambar L1.1g	Grafik benda uji U-02	77
Gambar L1.1h	Grafik benda uji U-03	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi berdasarkan kekuatan kayu	13
Tabel 2.2	Klasifikasi berdasarkan keawetan kayu	14
Tabel 2.3	Sifat mekanis kayu Ulin	18
Tabel 2.4	Sifat mekanis kayu	19
Tabel 2.5	Sifat kimia kayu Ulin	19
Tabel 2.6	Panjang efektif, ℓ_e , untuk komponen struktur lentur, mm	29
Tabel 3.1	Metode penentuan titik leleh K&C	66
Tabel 3.2	Metode penentuan titik leleh CSIRO	67
Tabel 3.3	Metode penentuan titik leleh EEEP	67
Tabel 3.4	Metode penentuan titik leleh Y&K	67
Tabel 3.5	Metode penentuan titik leleh 5% diameter	68
Tabel 3.6	Metode penentuan titik leleh	68

DAFTAR LAMPIRAN.

Lampiran L1	Gambar Pengujian Kuat Lentur Kayu Ulin	74
Lampiran L2	Data Uji Kayu Ulin	78
Lampiran L3	ASTM D143-94	217