

# **PENELITIAN NUMERIKAL DAN EKSPERIMENTAL UJI TARIK KAYU MERANTI KUNING**

**ROKY SURONO**

**NRP : 0821028**

**Pembimbing : DR. YOSAFAT AJI PRANATA, ST., MT.**

## **ABSTRAK**

Kayu merupakan bahan bangunan yang sudah ada sejak jaman dahulu. Digunakan dalam berbagai rekayasa konstruksi untuk bangunan dan segala macam sarana. Pada jaman sekarang memang penggunaan kayu sudah jarang ditemui karena tersaingi oleh bahan lain seperti beton dan baja. Akan tetapi, masih banyak penerapannya pada kuda-kuda atap, jendela, dan pintu. Penggunaan kayu selalu ditekankan pada kuat tarik maupun kuat tekannya. Pada penelitian kali ini akan dibahas kekuatan tarik kayu yang diuji dan dibandingkan hasilnya dengan berbagai cara. Kuat tarik kayu dipengaruhi oleh faktor mekanis dari kayu itu sendiri. Dengan kekuatan tarik kayu yang diuji maka bisa dijadikan pedoman untuk pelaksanaan konstruksi kayu. Kayu yang digunakan adalah jenis kayu meranti kuning.

Tujuan penelitian ini dibagi menjadi dua secara garis besar. Pertama adalah tujuan umum yaitu mendapatkan nilai sebuah kekuatan tarik dari kayu meranti kuning yang bisa dijadikan pedoman untuk perencanaan konstruksi. Kedua adalah tujuan secara khusus yaitu melakukan analisis secara numerikal menggunakan *software* ADINA 8.5, melakukan uji eksperimental di laboratorium dengan metode dan alat tertentu sesuai ASTM, dan melakukan validasi dari hasil kedua uji dengan sebuah nilai uji tarik yang sudah pernah dihitung.

Kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian adalah baik secara numerikal dengan perangkat lunak ADINA 8.5, secara eksperimental dengan uji langsung di laboratorium, maupun menggunakan persamaan Hankinson dapat digunakan untuk mencari kekuatan tarik kayu. Dari ketiga cara tersebut didapatkan persentase perbedaan yang cukup signifikan yaitu berkisar 15% sampai 37%. Diperlukan ketelitian tinggi pada saat analisis eksperimental khususnya saat pengukuran sudut kemiringan benda uji, serta menguji secara langsung di laboratorium dan hasilnya akan dipengaruhi oleh kondisi sekitar. Nilai kuat tarik yang sudah muncul diharapkan bisa dipakai untuk keperluan rekayasa konstruksi struktur kayu di masa yang akan datang.

Kata kunci: Kekuatan tarik, Meranti Kuning, Numerikal, Hankinson, Eksperimental.

# NUMERICAL ANALYSIS AND EXPERIMENTAL TESTS OF TENSION STRENGTH OF YELLOW MERANTI TIMBER

**ROKY SURONO**  
**NRP : 0821028**

**Supervisor : DR. YOSAFAT AJI PRANATA, ST., MT.**

## ABSTRACT

*Wood is a material building that has existed since time immemorial used in a variety of engineering and construction for building all sorts of means. At the present time is the use of wood is rare because unmatched by other materials such as concrete and steel. However, there are still many applications on roofs, windows, and doors. The use of wood has always emphasized on tensile strength and compressive strength. In the present, study will be discussed is tensile strength of wood were tested and compared the results with a variety of ways. Tensile strength of wood is influenced by mechanical factors of the wood itself. With a tensile strength of wood which can then be tested guidelines for construction wood. The wood used is a type of yellow meranti wood.*

*The purpose of this study was divided into two outlines. The first is the general purpose of obtaining a value of tensile strength of yellow meranti wood that can be used as guidelines for construction planning. The second is a special purpose that is numerically analyzed using the software ANDINA 8.5, an experimental test in a laboratory with specific methods and tools as per ASTM, and perform validation of the results of the second test with a tensile test value have been calculated.*

*Conclusions obtained after doing the researches are both numerically with ADINA 8.5 software, with a direct test experimentally in the laboratory, as well as using the Hankinson equation can be used to find the tensile strength of wood. Of the three ways are found significant differences in the percentage of the range of 15% to 37%. High accuracy is required at the time of his experimental analysis of specifically when the specimen tilt angle measurement, and test directly in the laboratory and the results will be affected by the surrounding conditions. Tensile strength values that have emerged are expected to be used for the purposes of construction engineered wood structures in the future.*

*Keywords: Tensile strength, Yellow Meranti, Numerical, Hankinson, Experimental.*

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN.....	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR .....	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Metodologi Penelitian.....	3
1.4 Sistematika Penelitian.....	6
<b>BAB II    TINJAUAN LITERATUR</b>	
2.1 Kayu.....	7
2.2 Properti Sifat Mekanis Kayu .....	13
2.3 Kekuatan Tarik Kayu .....	14
2.4 Metode Elemen Hingga .....	16
2.4.1 Asumsi-Asumsi Dasar Dalam Formulasi Elemen.....	20
2.4.2 Model Bahan dan formulasi .....	25
2.4.3 <i>Shell</i> Nodal Titik Derajat Kebebasan .....	28
2.5 Penelitian Ekperimental Uji Tarik Kayu .....	33
2.5.1 <i>Universal Testing Machine</i> HUNG-TA .....	34
2.5.2 <i>Linear Variable Differential Transformer</i> (LVDT) .....	35
2.5.3 <i>Smart Dynamic Strain Recorder</i> .....	38
2.5.4 Benda Uji.....	39
<b>BAB III    STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN</b>	
3.1 Penelitian Numerikal .....	40
3.1.1 Pemodelan .....	40
3.1.2 Analisis .....	53
3.2 Penelitian Eksperimental .....	60
3.3 Pembahasan .....	69

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
4.1 Kesimpulan.....	71
4.2 Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73

## DAFTAR NOTASI

$\sigma_{t,0,d}$	:	Tegangan desain tarik kayu. (MPa)
$N_d$	:	Beban tarik desain kayu. (N)
$A_{net}$	:	Luasan bersih <i>cross-section</i> desain kayu. (mm <sup>2</sup> )
$F_{t,0}$	:	adalah kekuatan tarik arah sejajar serat kayu. (N)
$F_{t,90}$	:	adalah kekuatan tarik tegak lurus serat kayu. (N)
$F_{t,\alpha}$	:	adalah kekuatan tarik arah membentuk sudut sebesar $\alpha$ .(N)
$E_a$	:	Modulus elastisitas kayu arah longitudinal. (MPa)
$E_b$	:	Modulus elastisitas kayu arah sumbu radial. (MPa)
$E_c$	:	Modulus elastisitas kayu arah sumbu tangensial. (MPa)
$g$	:	Percepatan Gravitasi. (9,81 m/s <sup>2</sup> )
$G_{LR}$	:	Modulus geser kayu arah longitudinal dan radial. (MPa)
$G_{LT}$	:	Modulus geser kayu arah longitudinal dan tangensial. (MPa)
$G_{RT}$	:	Modulus geser kayu arah radial dan tangensial. (MPa)
$\nu_{LR}$	:	poisson rasio berkaitan arah longitudinal dan radial.
$\nu_{LT}$	:	poisson rasio berkaitan arah longitudinal dan tangensial.
$\nu_{RT}$	:	poisson rasio berkaitan arah radial dan tangensial.
$V$	:	Vektor arah pada nodal elemen <i>shell</i> .

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rumah Kayu dari Norwegia yang Bergaya Klasik .....	1
Gambar 1.2 Rumah Kayu Tradisional Khas Minahasa, Indonesia .....	2
Gambar 1.3 Diagram Alir Penelitian .....	5
Gambar 2.1 Salah Satu Bentuk Log Kayu .....	7
Gambar 2.2 Sumbu Kayu sebagai Material Orthotropic .....	8
Gambar 2.3 kayu meranti kuning (a), daun, bunga, dan buah (b) .....	11
Gambar 2.4 Meranti kuning ( <i>Shorea Faguetiana Heim</i> ) .....	12
Gambar 2.5 Kekuatan Tarik Kayu Berdasarkan Arah Serat dan Melintang Serat .....	15
Gambar 2.6 Contoh pembagian elemen dalam 2 dimensi .....	17
Gambar 2.7 Formasi Elemen <i>Shell</i> .....	19
Gambar 2.8 Elemen Shell dalam Struktur Umum .....	20
Gambar 2.9 Contoh Bentuk Elemen Shell .....	21
Gambar 2.10 Beberapa konvensi untuk elemen shell; lokal .....	21
Gambar 2.11 Konvensi untuk Ketebalan Elemen Shell.....	23
Gambar 2.12 (a) Interpolasi Arah Vektor (b) Perpindahan dan Deformasi.....	26
Gambar 2.13 Definisi Koordinat Kartesian Lokal .....	27
Gambar 2.14 Definisi Koordinat Kartesian Lokal <i>Midsurface</i> .....	27
Gambar 2.15 Derajat Kebebasan <i>Shell</i> .....	29
Gambar 2.16 Contoh Penggunaan Elemen Shell yang Direkomendasikan .....	31
Gambar 2.17 Shell Datar dengan 6 Derajat Kebebasan tiap Titik Nodal .....	32
Gambar 2.18 <i>Universal Testing Machine HUNG-TA</i> .....	35
Gambar 2.19 LVDT Pada Penelitian Eksperimental .....	37
Gambar 2.20 Isi Dari alat LVDT .....	37
Gambar 2.21 <i>Smart Dynamic Strain Recorder</i> .....	38
Gambar 2.22 Bentuk dan Dimensi Benda Uji.....	39
Gambar 3.1 Mendefinisikan Titik .....	41
Gambar 3.2 Tampilan Hasil Mendefinisikan Titik .....	41
Gambar 3.3 Mendefinisikan Garis .....	42
Gambar 3.4 Tampilan Hasil Mendefinisikan Garis .....	42

Gambar 3.5 Mendefinisikan Permukaan .....	42
Gambar 3.6 Tampilan Hasil Mendefinisikan Permukaan .....	43
Gambar 3.7 Mendefinisikan Perletakan .....	44
Gambar 3.8 Tampilan Hasil Mendefinisikan Perletakan, (a) ADINA, (b) Sketsa Model Perletakan.....	45
Gambar 3.9 Mendefinisikan beban Kerja .....	46
Gambar 3.10 Tampilan Hasil Mendefinisikan Beban, (a) ADINA, (b) Sketsa Model Pembebanan.....	47
Gambar 3.11 Mendefinisikan Material .....	48
Gambar 3.12 Mendefinisikan Grup Elemen .....	48
Gambar 3.13 Langkah Akhir Pembagian Elemen .....	49
Gambar 3.14 Tampilan Hasil Meshing Elemen .....	50
Gambar 3.15 Mendefinisikan Sumbu Benda Uji dan Memutar Sudut .....	50
Gambar 3.16 Kemiringan Sudut axis 5° .....	51
Gambar 3.17 Kemiringan Sudut axis 10° .....	51
Gambar 3.18 Kemiringan Sudut axis 15° .....	51
Gambar 3.19 Mendefinisikan <i>Time Step</i> .....	52
Gambar 3.20 Mendefinisikan <i>Time Function</i> .....	52
Gambar 3.21 Proses <i>Run Solution</i> Program ADINA 8.5 .....	53
Gambar 3.22 Hasil <i>Run Solution</i> Program ADINA 8.5 .....	54
Gambar 3.23 Mendefinisikan Titik Nodal yang akan Ditinjau .....	55
Gambar 3.24 Pengaturan Sumbu X dan sumbu Y Grafik .....	55
Gambar 3.25 Titik nodal yang ditinjau .....	55
Gambar 3.26 Grafik Hubungan <i>Load Step</i> dan <i>Y-Displacement</i> Benda uji 5° pada ADINA 8.5 .....	56
Gambar 3.27 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan Benda Uji dengan Kemiringan Sumbu Axis 5° .....	56
Gambar 3.28 Grafik Hubungan <i>Load Step</i> dan <i>Y-Displacement</i> Benda uji 10° pada ADINA 8.5 .....	57
Gambar 3.29 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan Benda Uji dengan Kemiringan Sumbu Axis 10° .....	57

Gambar 3.30 Grafik Hubungan <i>Load Step</i> dan <i>Y-Displacement</i> Benda uji 15° pada ADINA 8.5 .....	58
Gambar 3.31 Grafik hubungan Tegangan dan Regangan Benda Uji dengan Kemiringan Sumbu Axis 15° .....	58
Gambar 3.32 Contoh tampilan list data displacement pada ADINA 8.5 .....	59
Gambar 3.33 Penomoran Benda Uji .....	61
Gambar 3.34 Benda uji tarik kayu yang sudah terpasang pada Universal testing Machine dan LVDT .....	61
Gambar 3.35 Data Beban Tarik pada Layar Monitor Komputer .....	62
Gambar 3.36 Benda Uji yang Telah Patah.....	62
Gambar 3.37 Grafik Hubungan <i>Load - Displacement</i> Eksperimental Benda Uji Sudut 5° .....	63
Gambar 3.38 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Eksperimental Benda Uji Sudut 5° .....	64
Gambar 3.39 Grafik Hubungan <i>Load - Displacement</i> Eksperimental Benda Uji Sudut 10° .....	64
Gambar 3.40 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Eksperimental Benda Uji Sudut 10° .....	65
Gambar 3.41 Grafik Hubungan <i>Load - Displacement</i> Eksperimental Benda Uji Sudut 15° .....	65
Gambar 3.42 Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Eksperimental Benda Uji Sudut 15° .....	66
Gambar 3.43 Grafik Hubungan Tegangan Regangan antara Penelitian Numerikal dan Eksperimental Benda Uji Sudut 5° .....	67
Gambar 3.44 Grafik Hubungan Tegangan Regangan antara Penelitian Numerikal dan Eksperimental Benda Uji Sudut 10° .....	68
Gambar 3.45 Grafik Hubungan Tegangan Regangan antara Penelitian Numerikal dan Eksperimental Benda Uji Sudut 15° .....	68



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kekuatan tarik hasil simulasi ADINA .....	59
Tabel 3.2 Data Tegangan Tarik Penelitian Eksperimental .....	66
Tabel 3.3 Perbandingan Kuat Tarik Kayu Berdasarkan Persamaan Hankinson, Penelitian Numerikal, dan Penelitian Eksperimental .....	70