

TUGAS ASKHIR

PENGUJIAN LAMINASI PEMANFAATAN SAGU/UYUNG SAGU SEBAGAI BALOK PENGUJIAN KUAT LENTUR DENGAN VARIASI TEKANAN KEMPA 0,4Mpa 0,6Mpa DAN 0,8Mpa DENGAN MENGGUNAKAN LEM EFLOOR

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bengkalis*



Oleh:

M.RIZKY SEPTIADY
4103221496

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya di Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Bengkalis, 30 Juli 2025



M.Rizky septiady
4103221496

HALAMAN PERSUTUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN LAMINASI PEMANFAATAN SAGU/UYUNG
SAGU SEBAGAI BALOK PENGUJIAN KUAT LENTUR
DENGAN VARIASI TEKANAN KEMPA 0,4Mpa 0,6Mpa DAN
0,8Mpa DENGAN MENGGUNAKAN LEM EFLOOR**

Yang Dipersiapkan dan Diseminarkan Oleh :

M.RIZKY SEPTIADY
4103221496

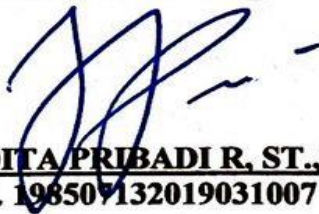
Tugas Akhir ini telah dipersiapkan dan disetujui untuk diseminarkan

Didepan Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji

Program Studi DIII Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis

Bengkalis, 30 Juli 2025

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**



JULI ARDITA/PRIBADI R, ST.,M.Eng
NIP. 198507132019031007

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



HENDRA SAPUTRA, S.T., M. Sc
NIP. 198410292019031007

HALAMAN PENGESAHAN

PENGUJIAN LAMINASI PEMANFAATAN SAGU/UYUNG SAGU SEBAGAI BALOK PENGUJIAN KUAT LENTUR DENGAN VARIASI TEKANAN KEMPA 0,4Mpa 0,6Mpa DAN 0,8Mpa DENGAN MENGGUNAKAN LEM EFLOOR

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi
Diploma III Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bengkalis*

Oleh:

M.RIZKY SEPTIADY

4103221496

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

(.....)
1. Juli Ardita Priyadi R, ST., M. Eng
NIP: 198507132019031007

(Pembimbing 1)

(.....)
2. Alamsyah, M.Eng
NIP: 198401122014041001

(Penguji 1)

(.....)
3. Marita Syarimah, ST., MT
NIP: 198911152025062004

(Penguji 2)

(.....)
4. Roma Dearn, MT
NIP: 199607022024062002

(Penguji 3)

Bengkalis, 30 Juli 2025
Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil



Zulkarnain, S.T, M.T

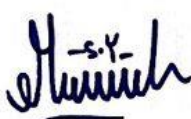
NIP. 198407102019031007

LEMBAR PENGESAHAN

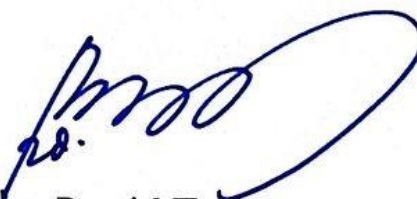
Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Tugas Akhir ini, dan kami berpendapat bahwa Tugas Akhir ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Sipil.

Tanda Tangan : 

Nama Penguji 1 : Alamsyah, M.Eng
Tanggal Pengujian : 30 Juli 2025

Tanda Tangan : 

Nama Penguji 2 : Marita Syarimah, ST., MT
Tanggal Pengujian : 30 Juli 2025

Tanda Tangan : 

Nama Penguji 3 : Roma Dearn, MT
Tanggal Pengujian : 30 Juli 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan segala rahmat dan hidayahnya, tidak lupa juga shalawat serta salam kita limpahkan kepada baginda Nabi Muhammad Saw, sehingga penulis mendapatkan pemahaman dan pengetahuan untuk menyelesaikan Proposal ini.

Proposal ini disusun untuk salah satu syarat yang diwajibkan kepada Mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis sebagai syarat menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Sipil.

Kami mengucapkan ribuan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membimbing kami selama membuat proposal ini, semua bimbingan dan arahan sangat berharga bagi perkembangan, pengetahuan, dan ketrampilan kami. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini dengan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan motivasi kepada penulis dari awal sampai akhir penyelesain proposal ini.
2. Bapak HENDRA SAPUTRA, M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.
3. Bapak ZULKARNAIN, MT selaku KA Prodi D-III Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.
4. Bapak JULI ARDITA PRIBADI R, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing skripsi.
5. Bapak M. GALA GARCYA, MT selaku Koordinator Skripsi D-III Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil.
7. Semua rekan-rekan yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.

Demikian tugas akhir ini dibuat, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknik Sipil, penulis memohon maaf jika dalam penulisan proposal ini terdapat kesalahan dan jauh dari kata sempurna.

Untuk itu, kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan sebagai motivasi dan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan.

Bengkalis, 30 juli 2024



M.Rizky Septiady
4103221496

ABSTRAK

PENGUJIAN LAMINASI PEMANFATAN SAGU / UYUNG SAGU SEBAGAI BALOK PENGUJIAN KUAT LENTUR DENGAN VARIASI TEKANAN KEMPA 0,4MPa 0,6MPa DAN 0,8MPa DENGAN MENGUNAKAN LEM *EFLOOR*

M.Rizky Septiady
4103221496

Jumlah produksi sagu mengalami peningkatan sehingga menghasilkan limbah yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Untuk mengurangi permasalahan yang ditimbulkan oleh limbah sagu dilakukan pengolahan agar bernilai manfaat serta mengurangi pencemaran lingkungan. Penelitian ini mengkaji sifat fisik dan mekanik uyung sagu yang dilaminasi sebagai bahan balok uji untuk menahan beban lentur, dengan menggunakan perekat lem *Efloor* dan tekanan kempa yang divariasikan. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium, dengan membuat spesimen balok laminasi pada tiga variasi tekanan kempa yaitu 0,4 MPa, 0,6 MPa, dan 0,8 MPa. Uji kuat lentur dilakukan dengan metode pembebanan satu titik untuk mengetahui pengaruh tekanan kempa terhadap kekuatan balok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisik kulit kayu sagu memperoleh kadar air sebesar 11,99%, kerapatan (*Density*) sebesar 0,40 - 0,60, dan berat jenis sebesar 0,45 - 0,50. Untuk sifat mekanik diperoleh uji kuat tekan sejajar serat sebesar 7 - 9 Mpa, uji kuat geser searah serat sebesar 2 - 2,5 Mpa, uji kuat tarik searah serat sebesar 10 - 12 Mpa, uji kuat lentur sebesar 29 - 43 Mpa. Dari hasil pengujian tekanan kempa 0,4 MPa diperoleh nilai *Modulus of Rapture* (MoR) sebesar 41,1 dan nilai *Modulus of Elasticity* (MoE) sebesar 8.962,69 MPa.

Kata Kunci: Balok Laminasi, Kulit Sagu, Kuat Lentur, Lem *Efloor*, Tekanan Kempa

ABSTRACT

LAMINATION TESTING OF SAGO BARK UTILIZATION AS BEAMS FOR FLEXURAL STRENGTH TESTING WITH COMPRESSION PRESSURE VARIATIONS OF 0.4 MPA, 0.6 MPA, AND 0.8 MPA USING EFLOOR ADHESIVE"

M.Rizky Septiady
4103221496

Increased sago production generates waste with negative environmental impacts. To address this problem, sago waste processing is conducted to create value and reduce environmental pollution. This research examines the physical and mechanical properties of laminated sago bark as test beam material for flexural load resistance, using Efloor adhesive and varied pressing pressures. The laboratory experimental method involved creating laminated beam specimens at three pressing pressure variations: 0.4 MPa, 0.6 MPa, and 0.8 MPa. Flexural strength testing used single-point loading to determine pressing pressure effects on beam strength. Results showed sago bark physical properties: 11.99% moisture content, 0.40-0.60 density, and 0.45-0.50 specific gravity. Mechanical properties included: parallel-to-grain compression strength 7-9 MPa, parallel-to-grain shear strength 2-2.5 MPa, parallel-to-grain tensile strength 10-12 MPa, and flexural strength 29-43 MPa. Testing at 0.4 MPa pressing pressure yielded Modulus of Rupture (MoR) of 41.1 and Modulus of Elasticity (MoE) of 8,962.69 MPa.

Keyword: laminated beam, Sago bark, flexural strength, Efloor adhesive, compression pressure

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	14
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Kayu sagu	7
2.2.2 Pengertian Laminasi Kayu	7
2.2.3 Perekat Lem <i>Efloor-Water Resistance Glue</i>	8
2.3 Sifat-sifat Fisik Kayu	9
2.3.1. Berat jenis	10
2.3.2 Kadar air	10
2.3.3 Kerapatan kayu	11
2.4 Sifat-sifat Mekanik Kayu	12
2.4.1 Kuat Tekan	13
2.4.2 Kuat Geser Kayu Searah serat	14
2.4.3 Kuat Tarik Searah Serat	15
2.4.4 Kuat Lentur	15
2.5 Rencana Penelitian	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Alat dan Bahan	19

3.1.1 Alat	19
3.1.2 Bahan	23
3.2 Metode Penelitian	24
3.2.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	26
3.2.2 Variabel penelitian	27
3.2.3 Komposisi Kayu	27
3.2.4 Pembuatan Balok Laminasi	28
3.2.5 Pengujian Kuat Tekan Kayu Searah Serat	31
3.2.6 Pengujian Kuat Geser Kayu Searah Serat	33
3.2.7 Pengujian Kuat Tarik Searah Serat	35
3.2.8 Pengujian Kuat Lentur Kayu	37
BAB VI ANALISA DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Pengujian Sifat Fisik Kayu	45
4.1.1 Analisa Pengujian Kadar Air	45
4.1.2 Hasil Pengujian Kadar Air	45
4.2 Perhitungan Kuat Tekan Kayu	45
4.3 Perhitungan Kuat Geser Kayu	43
4.4 Perhitungan Kuat Tarik Kayu	44
4.5 Analisa Pengujian Kuat Lentur Kayu	46
4.5.1 Perhitungan Kuat Lentur Tekanan Kempa 0,4 Mpa	46
4.5.2 Perhitungan Kuat Lentur Tekanan Kempa 0,6 Mpa	54
4.5.3 Perhitungan Kuat Lentur Tekanan Kempa 0,8 Mpa	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Limbah padat kulit batang sagu	1
Gambar 2.1 Limbah Kulit Sagu	7
Gambar 2.2 Lem Efloor	8
Gambar 2.3 Contoh Benda Uji Kuat Tekan	14
Gambar 2.4 Contoh Benda Uji Kuat Geser	15
Gambar 2.5 Contoh Benda Uji Kuat Tarik	16
Gambar 2.6 Contoh Benda Uji Kuat Lentur	17
Gambar 3.1 Mesin Ketam	19
Gambar 3.2 Mesin Meja Pemotong/ <i>Table saw</i>	19
Gambar 3.3 Mesin Pemotong Kayu/ <i>Circular saw</i>	20
Gambar 3.4 Mesin Uji Kuat Tekan	20
Gambar 3.5 Mesin Uji Kuat Tekan	20
Gambar 3.6 Jangka Sorong	21
Gambar 3.7 Meteran	21
Gambar 3.8 Claim	21
Gambar 3.9 Oven	22
Gambar 3.10 Timbangan Digital	22
Gambar 3.11 Kuas	22
Gambar 3.12 Mesin Gerinda	23
Gambar 3.13 Kulit Sagu	23
Gambar 3.14 Lem <i>Efloor</i>	23
Gambar 3.15 Diagram Alir	26
Gambar 3.16 Lokasi Pembuatan Dan Pengujian Tugas Akhir	27
Gambar 3.17 Mengerikan/Menjemur Kulit Sagu	28
Gambar 3.18 Pengetaman Kulit Sagu	29
Gambar 3.19 Proses Pengeleman	29
Gambar 3.20 Lem Yang Digunakan	30
Gambar 3.21 Pengempaan Benda Uji	30
Gambar 3.22 Pengeleman	31

Gambar 3.23 Sampel Yang Sudah Pengempaan	31
Gambar 3.24 Meratakan Permukaan Lapisan	31
Gambar 3.25 Pembuatan Benda Uji Kuat Tekan	32
Gambar 3.26 Proses Pengujian Kuat Tekan Kayu	33
Gambar 3.27 Pembuatan Benda Uji Kuat Geser	34
Gambar 3.28 Proses Pengujian Kuat Geser	35
Gambar 3.29 Pembuatan Benda Uji Kuat Tarik	36
Gambar 3.30 Proses Pengujian Kuat Tarik	37
Gambar 3.31 Bentuk Dan Ukuran Benda Uji Kuat Lentur	38
Gambar 3.32 Panjang Benda Uji	38
Gambar 3.33 Lebar Benda Uji	38
Gambar 3.34 Pola Lapisan Laminasi	39
Gambar 3.35 Skema Pengujian Kuat Lentur Kayu	40
Gambar 4.1 Grafik Kuat Tekan Kayu	43
Gambar 4.2 Grafik Kuat Geser Kayu	44
Gambar 4.3 Grafik Kuat Tarik Kayu	45
Gambar 4.4 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 1 Variasi 0,4 Mpa	47
Gambar 4.5 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 2 Variasi 0,4 Mpa	50
Gambar 4.6 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 3 Variasi 0,4 Mpa	53
Gambar 4.7 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 1 Variasi 0,6 Mpa	56
Gambar 4.8 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 2 Variasi 0,6 Mpa	58
Gambar 4.9 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 3 Variasi 0,6 Mpa	61
Gambar 4.10 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 1 Variasi 0,8 Mpa	65
Gambar 4.11 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 2 Variasi 0,8 Mpa	68
Gambar 4.12 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 3 Variasi 0,8 Mpa	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas kuat berdasarkan nilai kerapatan kayu	12
Tabel 3.1 Varibel penelitian	27
Tabel 3.2 Perhitungan kuat tekan kempa	28
Tabel 4.1 Hasil pengujian Kadar air	41
Tabel 4.2 pengolahan data Kuat Tekan pada Kayu	42
Tabel 4.3 Pengolahan Data Kuat Geser kayu	44
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Kayu	45
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 1 variasi 0,4 MPa	46
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 2 variasi 0,4 MPa	48
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 3 variasi 0,4 MPa	51
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 1 variasi 0,6 MPa	54
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 2 variasi 0,6 MPa	57
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 3 variasi 0,6 MPa	60
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 1 variasi 0,8 MPa	63
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 2 variasi 0,8 MPa	66
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 3 variasi 0,8 MPa	69
Tabel 4. 14 Hasil Rata-rata Nilai MoR dan MoE	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Riau, khususnya Kabupaten Kepulauan Meranti, merupakan penghasil sagu terbesar di Indonesia. Namun, proses produksi sagu menghasilkan limbah padat dan cair yang belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti sedimentasi sungai dan bau tidak sedap. Padahal, limbah kulit batang sagu berpotensi diolah menjadi bahan bernilai tambah, salah satunya sebagai bahan konstruksi alternatif.

Salah satu bentuk pemanfaatan yang menjanjikan adalah mengolah kulit kayu sagu menjadi balok laminasi. Teknologi laminasi memungkinkan penggabungan potongan-potongan kayu menjadi balok struktural yang lebih kuat dan stabil. Penelitian ini bertujuan mengkaji pemanfaatan kulit sagu sebagai balok laminasi yang diuji kekuatan lenturnya dengan variasi tekanan kempa (0,4 MPa, 0,6 MPa, dan 0,8 MPa) menggunakan lem Efloor.

Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan, meningkatkan nilai ekonomi limbah sagu, serta mendukung pemanfaatan sumber daya lokal yang berkelanjutan dalam dunia konstruksi.



Gambar 1. 1 Limbah padat kulit batang sagu
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir, 2025)

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat fisik laminasi kulit kayu sagu dengan variasi tekanan kempa (0,4 Mpa, 0,6 Mpa, dan 0,8 Mpa).
2. Bagaimana sifat mekanik laminasi kulit kayu sagu dengan variasi tekanan kempa tersebut.
3. Bagaimana hasil nilai MoR (*Modulus of Repture*) dan MoE (*Modulus of Elasticity*) yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat fisik laminasi kulit kayu sagu dengan variasi tekanan kempa (0,4 Mpa, 0,6 Mpa, dan 0,8 Mpa).
2. Mengetahui sifat mekanik laminasi kulit kayu sagu dengan variasi tekanan kempa tersebut.
3. Mengetahui hasil nilai Mor (*Modulus of Repture*) dan MoE (*Modulus of Elasticity*) yang dihasilkan.

1.4 Ruang Lingkup Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka ruang lingkup masalah dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Jenis kayu yang digunakan adalah kulit kayu sagu menggunakan laminasi.
2. Pengujian yang dilakukan terdiri dari uji kadar air, sifat fisik dan mekanik kayu, berat jenis, uji kuat lentur balok kayu, uji kuat tekan balok, uji kuat geser balok, uji kuat tarik searah serat.
3. Perekat balok laminasi menggunakan Lem Efloor.
4. Alat yang digunakan dalam pengujian mesin kuat lentur (SNI-03-3959-1995 untuk uji kayu).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberi informasi bagaimana cara dalam mengolah limbah yang efektif sehingga menghasilkan produk yang lebih bernilai.

2. Sebagai bahan material yang baru yang dapat digunakan di dalam konstruksi.
3. Sebagai Referensi yang dapat digunakan bagi mahasiswa/I, maupun masyarakat sebagai panduan bagaimana langkah -langkah dalam pengujian kuat lentur balok laminasi kayu sagu.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah ini merupakan hal-hal yang akan menjadi sebuah titik fokus penulis, sehingga penulis tidak keluar dari batasan yang sudah ditentukan. Maka penulis membatasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Variasi Pengempaan pada saat pengeleman adalah 0,4 MPa, 0,6 MPa dan 0,8 MPa
2. Jenis kayu yang digunakan untuk Laminasi balok adalah kayu dari kulit pohon Sagu yang diperoleh di Desa Ketam Putih, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis.
3. Pengujian yang dilakukan terdiri dari uji kadar air, uji kuat tekan, uji kuat geser dan uji kuat lentur.
4. Uji kuat lentur berupa balok laminasi dengan ukuran panjang 760 mm, lebar 50 mm, dan tebal 50 mm hingga 50,15 mm.
5. Pengujian kadar air berupa kayu utuh dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 50 mm, dan tebal 50 mm.
6. Perekat yang digunakan yaitu lem kayu *Polyvinyl Acetate*
7. Pengujian kuat lentur balok laminasi mengacu pada:
 - a. SNI 03-3959-1995 (Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan hasil penelitian yang sudah ada sebelumnya sebagai tinjauan pustaka. Adapun penelitian terdahulu yang di ambil sebagai berikut:

Anshari, (2006) telah melakukan penelitian tentang “*Pengaruh Variasi Tekanan Kempa Terhadap Kuat Lentur Kayu Laminasi Dari Kayu Meranti Dan Keruing*”. Penelitian ini mencari besar tekanan kempa optimum untuk mendapatkan kekuatan lentur maksimum kayu laminasi dari kayu Keruing dan Meranti yang direkatkan dengan perekat *Polivynyl Asetat* (PVA) dan *Melamin Formaldehyde* (MF). Kombinasi yang digunakan pada benda uji lamiasi adalah Keruing Meranti Keruing (KMK), Keruing Keruing Meranti (KKM), dan Keruing Meranti Meranti (KMM), dengan tekanan kempa rencana sebesar 0,2 MPa, 0,6 MPa, 1,0 MPa, dan 1,4 MPa untuk semua kombinasi. Proses pengempaan dilakukan selama enam jam. Hasil pengujian pada benda uji kuat lekat menunjukkan kekuatan rekat maksimum sebesar 75,13 kg/cm² dicapai dengan tekanan kempa 0,6 MPa dengan perekat MF. Sedangkan pada balok laminasi kuat lentur maksimum mencapai 656,37 kg/cm² pada tekanan kempa 0,6 MPa dengan kombinasi kayu Keruing Meranti Keruing dan perekat MF.

Wulandari, ddk (2023) telah melakukan penelitian tentang “*Pengaruh Tekanan Kempa Papan Laminasi Kayu Sengon Dan Bambu Pentung*”. Penelitian ini mengkombinasikan kayu solid dengan bambu untuk membuat papan laminasi. Jenis kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu sengon dan bambu yang digunakan adalah bambu petung. Salah satu faktor yang mempengaruhi papan laminasi adalah tekanan kempa. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menguji bagaimana pengaruh tekanan kempa terhadap sifat fisik papan laminasi kayu sengon bambu petung dimana sifat fisik merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas papan laminasi yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan

percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RCL) non faktorial dengan dua perlakuan tekanan pengempaan (20 Nm dan 30 Nm). Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan dari tekanan kempa berpengaruh nyata terhadap sifat fisik papan laminasi kayu sengon bambu petung. Sehingga sifat fisik papan laminasi kayu sengon bambu petung termasuk dalam standar SNI 01-6240-2000 dan JAS 234-2007. Berdasarkan nilai uji sifat fisik tersebut, papan laminasi kayu sengon bambu petung termasuk dalam kelas kuat III yang dapat digunakan untuk keperluan konstruksi berat yang terlindung.

Puluhulawa. I, Alamsyah, Rafika. D, Khoirunisak, (2018) telah melakukan penelitian tentang “*Pengaruh Penambahan Baut Dan Paku Terhadap Kuat Lentur Balok Laminasi Kayu Mahang Dan Meranti*”. Penelitian ini menambah baut dan paku sebagai perekat diharapkan dapat mengantisipasi masalah yang umum terjadi pada balok laminasi yang hanya menggunakan perekat lem. Sampel yang dibuat meliputi sampel properties material serta sampel balok laminasi berukuran 76 x 5 x 5 cm sebanyak 3 tipe variasi jenis perekat. Nilai MOR diperoleh dengan pemberian beban satu titik di tengah bentang. Nilai yang diambil adalah beban dan lendutan, yang kemudian dihitung untuk mendapatkan nilai MOR dan MOE. Hasilnya penambahan paku sebagai penghubung/perekat pada balok laminasi yang menggunakan lem, dapat meningkatkan nilai MOR sebesar 36,9%, sedangkan penambahan baut menyebabkan penurunan nilai MOR sebesar 49,86% dibandingkan terhadap nilai MOR BL LM. Penambahan paku dan baut pada balok laminasi yang menggunakan lem juga dapat menurunkan nilai MOE dari balok laminasi itu sendiri.

Arrahman, ddk (2017) telah melakukan penelitian tentang “*Analisa Kekuatan Lentur dan Kekuatan Tarik Pada Balok Laminasi Bambu Petung dan Kayu Kelapa (Glugu) Untuk Komponen Kapal*”. Pada penelitian ini telah dilakukan terhadap spesimen kayu laminasi bambu petung dan kayu kelapa (glugu) berupa pengujian lentur dan tarik di laboratorium, didapatkan data bahwa laminasi kayu dengan komposisi 50% bambu petung dan 50% kayu kelapa (glugu) memiliki kekuatan paling tinggi, yakni kuat lentur sebesar 157,21 Mpa dengan nilai lendutan (ΔL) 10 mm dan MOE sebesar 11568,68 Mpa serta kuat tarik sebesar 157,21 Mpa dengan nilai regangan 0,0222 dan modulus young (E) sebesar 7090,38 Mpa. Balok laminasi tersebut memiliki berat jenis sebesar 0,6458 dengan kadar air 13,08%. Nilai tersebut memenuhi persyaratan kayu lapis sebagai bahan material kapal kayu menurut BKI dan termasuk dalam kelas kuat II sehingga dapat digunakan sebagai material konstruksi galar balok, papan geladak kapal dan balok geladak kapal pada kapal kayu.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Kayu sagu

Kayu sagu adalah bagian batang pohon sagu (*Metroxylon sagu*) yang berasal dari tanaman tropis yang banyak ditemukan di Indonesia, khususnya di wilayah Riau, Papua, dan Maluku. Kayu sagu biasanya dianggap sebagai limbah setelah pati atau tepung sagu diekstraksi dari bagian inti batangnya. Namun, kayu ini memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai material konstruksi, seperti bahan bakar, bahan laminasi, atau komposit kayu, karena sifatnya yang ringan dan ketersediaannya yang melimpah. Yamamoto, Y., & Watanabe, I. (1984).

Namun, dengan pengolahan yang tepat, limbah ini memiliki potensi besar sebagai bahan baku alternatif dalam industri, termasuk bahan konstruksi.



Gambar 2. 1 Limbah Kulit Sagu
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

2.2.2 Pengertian Laminasi Kayu

Laminasi kayu adalah proses penggabungan beberapa lapisan kayu tipis (seringkali dengan lapisan perekat) untuk membentuk material kayu yang lebih kuat, stabil, dan tahan lama. Proses ini digunakan untuk mengatasi kelemahan alami kayu, seperti kecenderungan melengkung atau pecah. Laminasi kayu sering digunakan dalam pembuatan furnitur, konstruksi, dan produk-produk lainnya yang membutuhkan ketahanan ekstra. Teknologi ini juga memungkinkan pembuatan produk kayu dengan ukuran atau bentuk yang lebih fleksibel.

Kualitas balok laminasi pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bahan baku yang dipakai dan persyaratan bahan baku antara kerapatan serat dan berat jenis yang sama. Jenis perekat yang digunakan harus sesuai dengan tujuan penggunaan balok laminasi. Bentuk sambungan, proses penyatuan antar balok amina, hingga pengempaan juga perlu diperhatikan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian yang memenuhi standar sebelum menggunakan balok laminasi, terutama untuk dijadikan sebagai fungsi struktural (Tjokrowijanto, 2015).

Menurut posisi pembebanan, balok laminasi dibagi menjadi balok laminasi horizontal dan balok laminasi vertikal. Di saat yang bersamaan, balok laminasi berdasarkan penampangannya dibagi menjadi balok I, balok I ganda, balok T, balok pipa atau kotak, dll. Bentuk balok laminasi sendiri ada yang berbentuk balok laminasi lurus dan lengkung dimana masing-masing bentuk memiliki banyak variasi (Arrahman dkk, 2017).

2.2.3 Perekat Lem *Efloor-Water Resistance Glue*

Water Resistance Glue adalah jenis perekat yang memiliki ketahanan air atau kelembapan, sehingga tidak mudah larut, melemah, atau terlepas meskipun terkena air setelah kering. *Water Resistance Glue* ini juga lem yang diformulasikan untuk menahan paparan air atau kelembapan setelah mengering dan membentuk ikatan permanen. Adapun jenis lem ini yaitu lem kayu *Crosslink* jenis lem yang mengalami reaksi kimia saat mengering sehingga membentuk ikatan antar – molekul yang kuat dan tahan terhadap air, panas, pelarut dan kelembapan.



Gambar 2. 2 Lem Efloor
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Adapun karakter dari lem ini adalah:

1. Tahan air (*Water-Resistant*).
2. Daya rekat sangat tinggi.
3. Umumnya berbasis *Polyvinyl acetate* (PVA) atau *modified resin*.
4. Cocok untuk penggunaan interior dan exterior.
5. Digunakan untuk perekat kayu, terutama dalam pembuatan furniture, lantai, atau sambungan *plywood*/multipleks yang butuh kekuatan tahan lama.

Adapun bahan-bahan dari lem ini:

1. Pva *Crosslink* (*Polyvinyl Acetate* Termodifikasi).
2. *Acrylic resin*.
3. *Polyurethane* (PU) untuk versi *heavy duty*.
4. *Epoxy resin* – lebih tahan ekstrem (biasanya sudah termasuk *waterproof*, bukan hanya *resistance*).

2.3 Sifat-sifat Fisik Kayu

Kayu yang dimaksudkan disini adalah kayu yang digunakan sebagai bahan bangunan. Kayu yang digunakan sebagai bahan bangunan adalah kayu olahan yang diperoleh dengan jalan mengkonversikan kayu bulat menjadi kayu berbentuk balok, papan ataupun bentuk-bentuk lain yang sesuai dengan tujuan penggunaannya. Kayu sebagai bahan bangunan dapat dibagi dalam 3 (tiga) golongan pemakaian yakni :

1. Kayu bangunan struktural ialah kayu bangunan untuk digunakan dalam struktur bangunan.
2. Kayu bangunan non struktural ialah kayu bangunan untuk digunakan dalam bagian bangunan yang tidak berfungsi sebagai struktur bangunan.
3. Kayu bangunan untuk keperluan lain ialah kayu bangunan yang tidak termasuk kedua golongan tersebut di atas, tetapi dapat dipergunakan sebagai bahan bangunan penolong ataupun bangunan sementara.

Adapun sifat fisik dari kayu sagu:

1. Kadar Air
 - a) Kulit sagu segar memiliki kadar air tinggi, 40–60%.
 - b) Setelah dijemur hingga kering udara, kadar air bisa turun hingga 10–15%, sesuai standar SNI kayu konstruksi.
2. Kerapatan (*Density*)
 - a) Rata-rata kerapatan kulit sagu kering: 0,40 – 0,60 g/cm³.
 - b) Masuk kategori Kelas Kuat III menurut SNI 03-3963-1995.
3. Berat Jenis (*Specific Gravity*)
 - a) Sekitar 0,45 – 0,50, tergolong kayu ringan – sedang.
 - b) Berat jenis dipengaruhi kadar air dan porositas serat.
4. Tekstur dan Serat
 - a) Serat kasar dan cenderung lurus.
 - b) Memiliki pori-pori besar yang memudahkan penetrasi lem laminasi.
5. Penyusutan (*Shrinkage*)
 - a) Relatif tinggi jika dikeringkan cepat, berpotensi retak.

b) Perlu pengeringan alami untuk menjaga kestabilan dimensi.

6. Warna

a) Cokelat muda hingga keabu-abuan tergantung umur pohon.

Untuk mengetahui apakah kayu yang digunakan sebagai bahan bangunan tersebut perlu dilakukan pengujian sifat fisik sebagai awalan menentukan mutu kayu atau kekuatan maksimal kayu. Pengujian sifat fisik kayu antara lain:

2.3.1. Berat jenis

Berat jenis kayu sagu dapat dinyatakan dalam berat jenis berdasarkan berat kering oven dibagi dengan volume benda uji yang didapatkan dari hasil pengukuran pada kayu galam (SNI 03-6848-2002).

$$V = \pi \times r \times t$$

Dengan :

V = Volume benda uji (cm³)

$\pi = 3,14$

r = Jari-jari benda uji (cm)

t = Tinggi benda uji (cm)

Dan menghitung berat jenis kayu sagu dengan menggunakan persamaan

Berikut :

$$B_j = \frac{W_{ko}}{V}$$

Dengan :

B_j = Berat Jenis

W_{ko} = Berat benda uji kering oven (gram)

V = Volume benda uji (cm³)

2.3.2 Kadar air

Kadar air adalah kandungan air yang terdapat di dalam kayu, biasanya dinyatakan sebagai persentase dari berat kayu kering oven (SNI 03-6848 2002). Dalam penggunaan kayu sebagai bahan baku konstruksi bangunan, kekuatan kayu akan berkurang atau semakin rendah kekuatan kayu. Apabila kadar air dalam kayu berkurang/mengering maka kekuatan kayu akan semakin meningkat. Oleh karena itu kandungan kadar air pada kayu perlu diketahui.

Ketika batang kayu mulai diolah (ditebang dan dibentuk), kandungan air pada batang berkisar 40% hingga 300%. Kandungan air ini dinamakan kandungan air segar. Setelah ditebang dan mulai diolah, kandungan air mulai bergerak keluar. Dimana pada kondisi tersebut, air bebas yang terletak diantara sel-sel yang sudah habis sedangkan air ikat pada dinding sel masih jenuh dinamakan titik jenuh serat. Kandungan air pada saat titik jenuh serat berkisar antara 25% sampai 30% (Awaludin, 2005).

Menurut SNI-5,2002 menyatakan bahwa kayu kering udara dengan kandungan kadar air 20% dan penggolongan kelas kuat kayu secara maksimal pada kandungan air standar 15%. Menghitung kadar air kayu sagu dengan menggunakan persamaan berikut :

$$m = \frac{(Wa - Wko)}{Wko} \times 100\%$$

Dengan :

m = Kadar air (%)

Wa = Berat benda uji alami (gram)

Wko = Berat benda uji kering oven (gram)

2.3.3 Kerapatan kayu

Kerapatan kayu adalah perbandingan antara masa kayu dengan volumenya, kerapatan kayu mencerminkan tingkat kepadatan serat kayu dalam suatu volume tertentu dan menjadi salah satu faktor utama yang menentukan sifat mekanis dan fisik kayu, seperti kekuatan, keawetan, dan daya tahan terhadap kelembapan. Menghitung kerapatan kayu menggunakan persamaan menurut (SNI 03-3963-1995).

$$p = \frac{Wg}{Vg}$$

Keterangan :

p = Kerapatan kayu (gr/cm³)

Wg = Masa kayu (gram)

Vg = Volume kayu basah (gram)

Kerapatan kayu digunakan sebagai salah satu acuan dalam pengujian untuk mengetahui sifat fisik atau kelas kuat kayu yang akan diteliti. Menurut peraturan konstruksi Kayu Indonesia (1961). Kelas kuat kayu dapat ditentukan berdasarkan berat jenis atau kerapatan suatu kayu yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kelas kuat berdasarkan nilai kerapatan kayu

Kelas kuat	Kerapatan Kayu (gr/cm^3)
I	$\geq 0,90$
II	0,90-0,60
III	0,60-0,40
IV	0,40-0,30
V	$\leq 0,30$

(sumber: Dokumen pribadi, 2025)

2.4 Sifat-sifat Mekanik Kayu

Sifat-sifat mekanika kayu atau kekuatan kayu adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya beban yang berusaha merubah ukuran dan bentuk bahan tersebut. Kekuatan kayu tersebut tergantung dari besarnya gaya dan cara pembebanan kuat tekan, lentur, geser, dan tarik searah. Sifat mekanik kayu dipengaruhi oleh faktor luar kayu seperti kelembaban lingkungan dan faktor dalam kayu seperti berat jenis, penyerapan, kadar air, cacat kayu, serat kayu miring dan sebagainya.

Adapun sifat mekanik kayu sagu:

1. Kuat Tekan Sejajar Serat (*Compression Parallel to Grain*)
 - a) Rata-rata: 7 – 9 MPa
 - b) Mengacu SNI 03-3958-1995
 - c) Menunjukkan kemampuan kayu menahan beban tekan sepanjang arah serat.
2. Kuat Geser Searah Serat (*Shear Parallel to Grain*)
 - a) Rata-rata: 2 – 2,5 MPa
 - b) Mengacu SNI 03-3400-1994
 - c) Menggambarkan kekuatan ikatan serat kayu terhadap geser.
3. Kuat Tarik Searah Serat (*Tensile Strength Parallel to Grain*)

- a) Rata-rata: 10 – 12 MPa
 - b) Mengacu SNI 03-3399-1994
 - c) Menunjukkan kemampuan kayu menahan tarikan sebelum putus.
4. Kuat Lentur (*Modulus of Rupture / MoR*)
- a) 29 – 43 MPa tergantung tekanan kempa laminasi
 - b) Mengacu ASTM D143-(2005)
 - c) Menentukan kekuatan maksimal kayu sebelum patah akibat pembebanan lentur.
5. *Modulus Elastisitas (MoE)*
- a) 6.410– 8.930 MPa
 - b) Mengacu ASTM D143-(2005)
 - c) Menggambarkan kekakuan kayu dan kemampuan menahan deformasi elastis.

2.4.1 Kuat Tekan

Kuat tekan sendiri dilakukan dengan cara memberikan gaya tekanan kepada kayu galam sehingga terjadi perubahan bentuk yang diakibatkan oleh adanya tekanan tersebut kepada kayu sagu. Menghitung kuat tekan kayu sagu dengan menggunakan persamaan menurut (SNI 03-3958-1995).

$$F_{c\perp} = \frac{P}{b \times h} \text{ (MPa)}$$

Dengan :

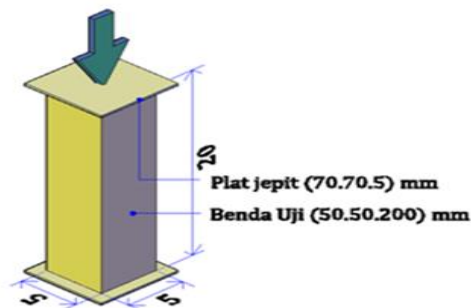
$F_{c\perp}$ = Kuat Tekan Tegak Lurus Serat

P = Beban Uji Maksimum

b = Lebar Benda Uji

h = Tinggi Benda uji

Contoh Gambar Benda uji :



Gambar 2. 3 Contoh Benda Uji Kuat Tekan
(Sumber: Google,2025)

2.4.2 Kuat Geser Kayu Searah serat

Kuat geser kayu adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya geser yang bekerja padanya sebelum mengalami kegagalan. Gaya geser terjadi ketika dua bagian bahan saling bergerak sejajar dalam arah yang berlawanan, dan dalam konteks kayu ini biasanya terjadi didalam serat atau antar lapisan dalam kayu itu sendiri. Perhitungan pengujian kuat geser kayu menggunakan persamaan menurut (SNI 03-3400-1994).

$$F_s^{//} = \frac{P}{b \times h} \text{ (MPa)}$$

Keterangan :

$F_s^{//}$ = Kuat geser (MPa)

P = Beban uji maksimum (Kn)

b = Lebar benda uji (mm)

h = Tinggi benda uji (mm)

Contoh Gambar Benda Uji :



Gambar 2. 4 Contoh Benda Uji Kuat Geser
(Sumber: Dokumen Pribadi,2025)

2.4.3 Kuat Tarik Searah Serat

Kekuatan tarik kayu searah serat adalah kemampuan kayu menahan gaya tarik yang bekerja searah dengan serat kayu. Kekuatan tarik kayu merupakan salah satu sifat mekanis kayu yang dapat diukur. Kekuatan tarik kayu dapat diukur menggunakan mesin uji kuat tarik. Hasil pengukuran kekuatan tarik kayu dapat digunakan untuk mengevaluasi sifat mekanis kayu dan menentukan kegunaannya. Perhitungan kuat tarik searah serat menggunakan persamaan menurut (SNI 03-3399-1994).

$$F_t^{//} = \frac{P}{b \times h} \text{ (MPa)}$$

Keterangan :

F_t = Kuat Tarik (MPa)

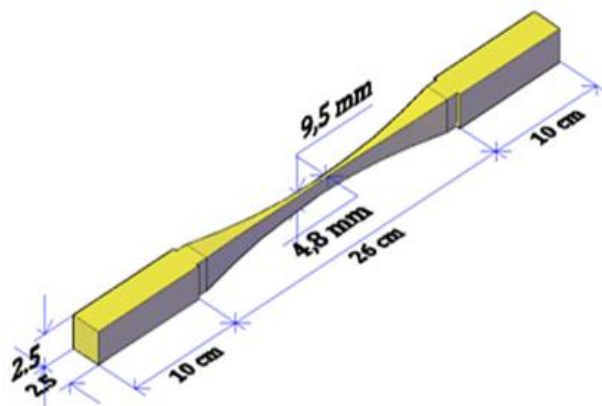
P = Beban uji maksimum (Kn)

b = Lebar benda uji (mm)

h = Tinggi benda uji (mm)

$^{//}$ = Sejajar serat

Contoh Gambar Benda Uji :



Gambar 2. 5 Contoh Benda Uji Kuat Tarik
(Sumber: Google, 2025)

2.4.4 Kuat Lentur

Kuat lentur adalah keteguhan atau kemampuan balok benda uji dalam menahan kuat tarik tidak langsung yang diletakkan pada permukaan meja tekan,

yang kemudian diuji menggunakan mesin uji lentur. Pengujian kuat lentur didasarkan pada (SNI 03-3959-1995).

$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_A \cdot L - P \cdot \frac{L}{2} = 0$$

$$R_A = \frac{P \cdot \frac{L}{2}}{L}$$

$$M_{maks} = \frac{p}{2} \cdot \frac{1}{2} l$$

$$M_{maks} = \frac{p \cdot l}{4}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_B \cdot L + P \cdot \frac{1}{2} L = 0$$

$$R_A = \frac{P \cdot \frac{L}{2}}{L}$$

$$R_b = \frac{1}{2} P$$

Dengan :

R_A = Reaksi tumpuan pada titik A (N)

R_B = Reaksi tumpuan pada titik B (N)

P = Beban (N)

M_{maks} = Momen maksimal (N.mm)

L = Panjang bentang efektif benda uji antara 2 tumpuan (mm)

b = Lebar bersih (mm)

h = Tinggi bersih (mm)

Contoh Gambar Benda Uji :



Gambar 2. 6 Contoh Benda Uji Kuat Lentur
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

a) *Modulus of Rupture (MoR)*

Modulus of Rupture (MoR) adalah ukuran kemampuan suatu material untuk menahan tegangan maksimum pada saat mengalami lentur sebelum patah. MoR sering digunakan untuk mengevaluasi kekuatan lentur material.

Perhitungan *Modulus of Rupture* (MoR) kayu dalam pengujian kuat lentur merujuk pada SNI 03-3959-1995 (Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium)

MoR dihitung menggunakan rumus:

$$MoR = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Keterangan:

MoR = *Modulus of Rupture* (MPa)

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

h = Tinggi benda uji (mm)

b) *Modulus of Elasticity* (MoE)

Modulus of Elasticity (MoE) adalah ukuran kekuatan material terhadap deformasi elastis ketika diberikan tegangan. MoE menunjukkan hubungan antara tegangan (stress) dan regangan (strain) dalam rentang elastisitas material. Perhitungan *Modulus of Elasticity* (MoE) kayu dalam pengujian kuat lentur merujuk pada SNI 03-3959-1995 (Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium).

MoE dihitung menggunakan rumus:

$$MoE = \frac{L^3 \Delta P}{4 b d^3 \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

2.5 Rencana Penelitian

Rencana penelitian merupakan langkah atau tindakan yang akan diambil dalam menyusun dan mengolah suatu penelitian dengan baik dan teratur. Rencana

pada penelitian ini berupa pengumpulan data dan langkah-langkah penelitian. Langkah-langkah pengumpulan data pada kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur dan survei lapangan.
2. Mempersiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan.

Langkah-langkah urut yang dilakukan pada saat penelitian ini dilakukan antara lain:

- menyiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan kemudian membuat benda uji dari kulit sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
- Persiapan alat, semua peralatan telah tersedia lengkap di Laboratorium Uji Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis.
- Proses pembuatan kayu laminasi.
- Proses pengujian benda uji, terdiri dari kadar air, kuat tarik, kuat geser, kuat tekan dan kuat lentur.
- Menganalisis data yang diperoleh dari pengujian tersebut.
- Menyusun hasil penelitian berupa laporan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Demi terlaksananya penyusunan proposal skripsi ini, maka perlu mempersiapkan alat dan bahan pendukung untuk penyusunan proposal skripsi ini sebagai berikut :

3.1.1 Alat

Dalam penelitian ini penulis memerlukan beberapa alat-alat yang dibutuhkan supaya penelitian ini bisa dikerjakan dengan baik. Alat-alat yang digunakan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mesin ketam

Digunakan untuk meratakan dan menghaluskan permukaan kulit kayu sagu agar siap dilaminasi.



Gambar 3.1 Mesin ketam
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

2. Mesin meja pemotong/Table saw

Untuk memotong balok laminasi sesuai ukuran yang ditentukan secara presisi.



Gambar 3.2 Mesin meja pemotong/Table saw
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

3. Mesin potong kayu/*circular saw*

Membantu pemotongan awal kulit sagu menjadi bilah-bilah lamina.



Gambar 3.3 Mesin pemotong kayu/*circular saw*
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

4. Mesin uji kuat tekan manual/ *Flexurel testing machine*

Menguji kekuatan lentur balok laminasi sesuai SNI 03-3959-1995.



Gambar 3.4 Mesin uji kuat tekan
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

5. Mesin kuat tekan

Untuk menguji kekuatan tekan kayu laminasi pada arah sejajar serat.



Gambar 3.5 Mesin uji kuat tekan
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

6. Jangka sorong

Mengukur dimensi balok uji (panjang, lebar, dan tebal) dengan presisi tinggi.



Gambar 3.6 Jangka sorong
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

7. Meteran

Mengukur panjang awal bilah dan balok laminasi.



Gambar 3.7 Meteran
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

8. Claim

Menjepit dan menahan posisi bilah laminasi saat proses pengeleman.



Gambar 3.8 Claim
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

9. Oven

Mengeringkan sampel kayu untuk menurunkan kadar air sesuai standar (<15%).



Gambar 3.9 Oven
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

10. Timbangan digital

Menimbang berat basah dan kering kayu untuk menghitung kadar air.



Gambar 3.10 Timbangan digital
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

11. Kuas

Mengoleskan lem Efloor secara merata pada permukaan kayu sebelum dikempa.



Gambar 3.11 Kuas
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

12. Mesin gerinda

Untuk merapikan sisi balok laminasi dan menghilangkan serat yang menonjol.



Gambar 3.12 Mesin Gerinda
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

3.1.2 Bahan

Beberapa bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kulit sagu

Bahan utama yang dilaminasi menjadi balok uji setelah dikeringkan dan dirapikan



Gambar 3.13 Kulit sagu
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

2. Lem Efloor

Perekat yang digunakan untuk menyatukan bilah kayu laminasi agar kuat dan tahan terhadap kelembapan.



Gambar 3.14 Lem efloor
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif (eksperimen langsung). Menurut Jaedun (2011), penelitian kuantitatif (eksperimen) adalah penelitian terhadap suatu variabel yang datanya belum ada, sehingga perlu dilakukan suatu rangkaian tindakan dengan memberikan beberapa perlakuan kepada subjek penelitian dan kemudian diamati pengaruhnya (data yang akan datang). Penelitian eksperimen juga merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti, dengan menerapkan perlakuan tertentu kepada subjek untuk membentuk peristiwa atau kondisi yang akan diteliti.

Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data nilai kuat lentur sampel yang terbuat dari balok laminasi dari kulit sagu dengan variasi pengempaan dan direkatkan dengan lem untuk memperhatikan sifat fisik dan mekanik pada balok kayu laminasi tersebut. Langkah-langkah dalam penelitian diperlihatkan pada diagram alir penelitian dibawah ini:

Penjelasan Diagram Alir Penelitian:

1. Mulai

Proses dimulai dari tahap perencanaan awal penelitian.

2. StudiLi teratur

Melakukan kajian terhadap referensi dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian, khususnya pemanfaatan limbah kulit sagu untuk balok laminasi.

3. Survey

Pengumpulan data lapangan seperti pengambilan bahan kulit sagu dari lokasi penelitian (Desa Ketam Putih, Bengkalis).

4. Persiapan Alat dan Bahan

Menyediakan seluruh peralatan (mesin ketam, oven, jangka sorong, dll.) dan bahan utama (kulit sagu, lem Efloor) yang akan digunakan dalam penelitian.

5. Pembuatan Benda Uji Fisik dan Mekanika Kayu

Proses pembuatan balok laminasi dengan 3 variasi tekanan kempa (0,4 MPa, 0,6 MPa, dan 0,8 MPa) serta uji karakteristik fisik dan mekanik seperti kadar air, kuat tekan, kuat tarik, kuat geser, dan kuat lentur.

6. Pengujian Kuat Lentur

Melakukan pengujian terhadap benda uji untuk mendapatkan nilai kuat lentur serta menghitung nilai MoR (*Modulus of Rupture*) dan MoE (*Modulus of Elasticity*) sesuai SNI.

7. Analisis Hasil dan Pembahasan

Menganalisis data dari hasil pengujian dan membandingkannya dengan standar atau literatur yang relevan.

8. Kesimpulan dan Saran

Menyusun ringkasan hasil penelitian dan memberikan saran untuk pemanfaatan atau penelitian lebih lanjut.

9. Selesai

Penelitian selesai dan dilanjutkan ke tahap pelaporan.

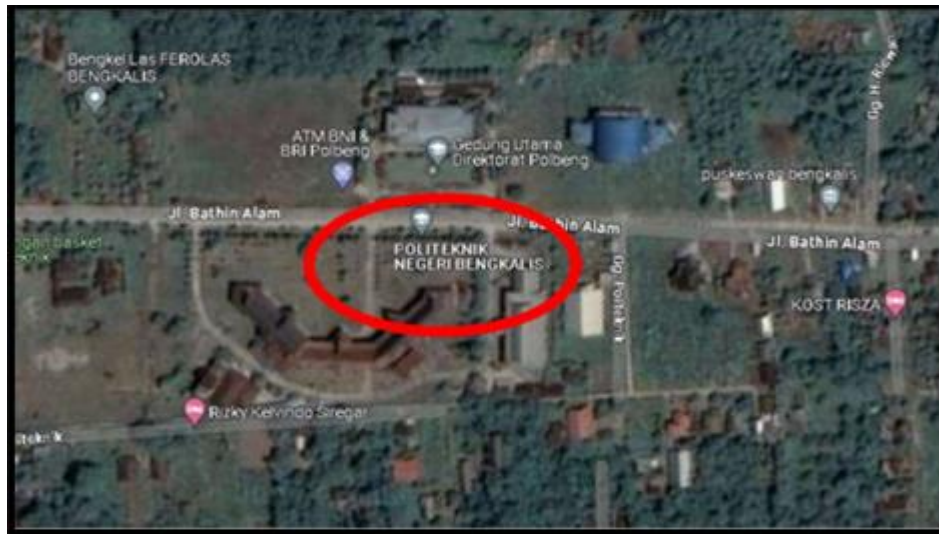
Diagram Alir



Gambar 3. 15 Diagram Alir
Sumber (Dokumen Pribadi, 2025)

3.2.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Adapun tempat penelitian ini direncanakan berapada di kampus Politeknik Negeri Bengkalis tepatnya di Laboratorium uji bahan Polbeng. Berikut ini gambar yang menunjukkan lokasi penelitian tersebut.



Gambar 3. 16 Lokasi Pembuatan dan Pengujian Tugas Akhir
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

3.2.2 Variabel penelitian

Tabel 3.1 Variabel penelitian

No	Kode benda uji	Jenis benda uji	Ukuran p x l x t (cm)	Jumlah
1.	S1	Balok laminasi kulit sagu dengan tekanan kempa 0,4 Mpa	75 x 5 x 5	3
	S2			
	S3			
2.	S1	Balok laminasi kulit sagu dengan tekanan kempa 0,6 Mpa	76 x 5 x 5	3
	S2			
	S3			
3.	S1	Balok laminasi kulit sagu dengan tekanan kempa 0,8 Mpa	77 x 5 x 5	3
	S2			
	S3			
Total benda uji				9

(Sumber : Dokumen Pribadi, 2025)

3.2.3 Komposisi Kayu

Balok laminasi ini mempunyai 3 variasi yaitu variasi dengan tekanan kempa 0,4 MPa, 0,6 MPa dan 0,8 MPa, masing-masing variasi dibedakan berdasarkan kuat tekan kempa pada saat melakukan pengeleman. Pengeleman pada penelitian ini menggunakan *flexure testing machine* sehingga beban yang di berikan harus dikonversi ke kilo *Newton* (kN). Berikut adalah tabel perhitungan nya:

Tabel 3.2 Perhitungan kuat tekan kempa

Variasi (Mpa)	Sample	Panjang	Lebar	Beban (N)	Konversi (Kn)
0,4	S1	1015	63	25700	25,7
	S2	980	60	23559	23,559
	S3	1020	61	24929	24,929
0,6	S1	950	56	31863	31,863
	S2	990	57	33977	33,977
	S3	920	57	31298	31,298
0,8	S1	1015	60	48395	48,395
	S2	980	60	46883	46,883
	S3	910	59	43243	43,243

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

3.2.4 Pembuatan Balok Laminasi

Proses pembuatan balok laminasi adalah sebagai berikut:

1. Mengeringkan/menjemur kulit secara alami, yaitu dengan cara meletakkan dan menjejerkan kayu berjejeran dan merata di ruang terbuka.



Gambar 3. 17 Mengeringkan/menjemur kulit sagu

(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

2. Kemudian setelah kulit sagunya kering merata, lakukan pengetaman kulit untuk membuang pati yang masih tersisa di kulit sagu sehingga yang tersisa hanya bagian kulitnya saja.



Gambar 3. 18 Pengetaman kulit sagu
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

3. Setelah pengetaman, kulit sagu yang sudah di ketam kemudian kita lakukan pemotongan kiri kanan kulit dengan ukuran 5 cm agar lurus dan ukuran nya seragam.
4. Setelah selesai pemotongan barulah kita melakukan pengeleman sampel dengan setiap 1 sampel sebanyak 10 lapisan kulit sagu yang sudah tipis/diketam. Merekatkan antar lamina dengan cara menggabungkan antar permukaan kayu menjadi satu kesatuan (kayu laminasi) menggunakan perekat lem *Efloor-Water Resistance Glue*.



Gambar 3. 19 Proses pengeleman
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)



Gambar 3. 20 Lem yang digunakan
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

5. Setelah selesai melakukan pengeleman, kemudian kita lakukan proses pengempaan. Pengempaan benda uji kayu laminasi menggunakan alat press Flexure testing machine, Pengempaan ini menggunakan 3 variasi yaitu 0,4Mpa, 0,6Mpa dan 0,8Mpa. Dan setiap masing – masing tekan memiliki 3 sample. tujuan pengempaan ini agar proses merekatnya kayu dapat bekerja secara maksimal.



Gambar 3. 21 Pengempaan Benda Uji
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

6. Setelah selesai pengempaan dan sebelum kita lepas dari mesi pres, sebaiknya kita lakukan pemasangan klaim/*claimping* besi sebanyak 3 buah. Supaya untuk memaksimalkan daya rekat yang kuat sebelum di bukak.



Gambar 3. 22 Pengeleman
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

7. Barulah kita lepas dari mesin pres dan kita diamkan selama ± 24 jam



Gambar 3. 23 Sampel yang sudah pengempaan
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

8. Setelah ± 24 jam baru kita lakukan proses finishing yaitu dengan meratakan permukaan balok laminasi dengan alat table saw / mesin meja potong kayu. Proses ini dilakukan agar ketebalan sesuai dengan rencana serta permukaan kayu menjadi halus dan rata



Gambar 3. 24 Meratakan permukaan Lapisan
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

3.2.5 Pengujian Kuat Tekan Kayu Searah Serat

1. Persiapan bahan

- a) Ambil sampel dari balok laminasi utuh.
- b) Pastikan tidak ada delaminasi (lepas lapisan) atau cacat bonding.
- c) Kadar air disesuaikan dengan kondisi penggunaannya.

2. Benda Uji

Benda uji harus mengikuti persyaratan sebagai berikut :

- a) Kelompok benda uji sama jenisnya.
- b) Benda uji bebas cacat.
- c) Setiap benda uji mempunyai identitas dengan nomor dan huruf, sehingga mencerminkan nomor urut dan variasinya.

3. Langkah – langkah pembuatan benda uji

- a) Potong balok laminasi dengan ukuran 20cm x 5cm.
- b) Pastikan permukaan halus, siku dan rata agar distribusi beban merata saat uji tekan.



Gambar 3. 25 Pembuatan benda uji kuat tekan
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 20250)

4. Cara Pengujian

- a) Siapkan benda uji dan beri kode pengujian.
- b) Ukur dimensi benda uji menggunakan jangka sorong.
- c) Letakkan benda uji secara sentris terhadap alat pembebanan.
- d) Jalankan mesin uji dengan kecepatan pembebanan konstan (1 mm/menit).
- e) Lakukan pembebanan hingga beban maksimum tercapai.
- f) Catat data beban maksimum dan bentuk retakan yang muncul.
- g) Hitung kuat tekan menggunakan rumus dalam standar SNI.



Gambar 3. 26 Proses pengujian kuat tekan kayu
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

5. Perhitungan

$$F_c'' + \frac{P_{maks}}{b \times h} \dots \dots \dots \text{Pers 3.3}$$

Keterangan:

F_c'' = kuat tekan sejajar serat

P = beban maksimum

b = lebar benda uji

h = tinggi benda uji

3.2.6 Pengujian Kuat Geser Kayu Searah Serat

1. Persiapan bahan

- a) Ambil sampel dari balok laminasi utuh
- b) Pastikan tidak ada delaminasi (lepas lapisan) atau cacat bonding
- c) Kadar air disesuaikan dengan kondisi penggunaannya

2. Benda Uji

Benda uji harus memenuhi ketentuan berikut :

- a) Ukuran dan bentuk benda uji harus memenuhi ketentuan
- b) Ketelitian ukuran penampang benda uji $\pm 0,25$ mm;
- c) Pengujian dilakukan pada bidang tangensial dan bidang radial;
- d) Kadar air kayu maksimum 20%.

3. Langkah – langkah pembuatan benda uji

- a) Potong balok laminasi menjadi blanko kasar menggunakan gergaji meja dengan ukuran 6,3cm x 5cm x 5cm
- b) Buat takikan vertikal dan horizontal masing-masing 2cm

- c) Pastikan takikan vertikalnya sejajar dengan serat
- d) Rapi dan halus kan takikan dengan mata gerinda khusus



Gambar 3. 27 Pembuatan benda uji kuat geser
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

4. Perhitungan

Perhitungan pengujian kuat geser kayu menggunakan persamaan menurut (SNI 03-3400-1994):

$$F_c'' = \frac{P}{bh} \dots \dots \dots \text{Pers 3.2}$$

Keterangan:

F_c'' = Kuat geser (MPa)

P = Beban uji maksimum (kN)

b = Lebar benda uji (mm)

h = Tinggi benda uji (mm)

5. Cara Uji

- Siapkan benda uji dengan ketentuan yang telah ditentukan
- Beri nomor atau kode pengujian, sebelum dipasang pada alat uji, ukur benda uji dengan alat ukur jangka sorong, dan catat pada lembar data/formulir pengujian.
- Pasang benda uji pada alat uji sedemikian rupa sehingga tidak longgar atau tidak bergerak dengan jalan mengencangkan skrup penjepit. Dengan demikian benda uji menjadi terjepit di antara pelat besi bagian B dan pelat besi bagian D
- Gambar bentuk keretakan yang terjadi setelah pengujian.
- Hitung kuat geser berdasarkan rumus yang sudah ditentukan.



Gambar 3. 28 Proses pengujian kuat geser
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

3.2.7 Pengujian Kuat Tarik Searah Serat

1. Persiapan bahan
 - a) Pilih kayu yang akan diuji (kayu solid/sebelum dilapis/selembar kulit sagu).
 - b) Pastikan kayu tidak memiliki cacat retak atau serangan serangga.
 - c) Kayu harus dalam kondisi kering udara (*moisture content* ~12%) atau sesuai standar pengujian.
2. Benda Uji

Benda uji harus mengikuti persyaratan sebagai berikut :

 - a) Kelompok benda uji sama jenisnya.
 - b) Benda uji bebas cacat.
 - c) Setiap benda uji mempunyai identitas dengan nomor dan huruf, sehingga mencerminkan nomor urut dan jenis kayu.
 - d) Jumlah benda uji yang disyaratkan minimal 3 buah untuk satu jenis kayu.
3. Ketentuan benda uji

Ukuran dan bentuk benda uji untuk kuat tarik sejajar serat harus memenuhi ketentuan SNI 03-3399-1994.
4. Langkah-langkah pembuatan benda uji
 - a) Potong kayu menjadi balok kasar dengan ukuran sedikit lebih besar dari dimensi akhir.
 - b) Gambar pola dog-bone di permukaan kayu menggunakan spidol.
 - c) Gergaji atau gerinda untuk membentuk bagian yang menyempit.
 - d) Pastikan transisi antara bagian lebar dan sempit halus.

- e) Haluskan permukaan dengan amplas untuk menghilangkan serat kayu yang terkelupas.



Gambar 3. 29 Pembuatan benda uji kuat tarik
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

5. Perhitungan

Perhitungan kuat tarik menggunakan persamaan menurut (SNI 03-3399-1994):

$$F_t^{//} = \frac{P}{bh} \dots \dots \dots \text{Pers 3.1}$$

Keterangan:

- F_t = Kuat tarik (MPa)
 P = Beban uji maksimum (kN)
 b = Lebar benda uji (mm)
 h = Tinggi benda uji (mm)
 $//$ = Searah serat

6. Cara Uji

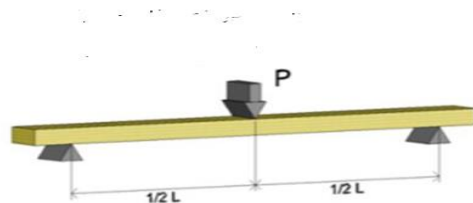
- Sediakan alat uji tarik, alat ukur (rol meter, jangka sorong), lembaran data pengujian
- Beri nomor atau kode pengujian, sebelum dipasang pada alat uji, ukur penampang bidang tarik benda uji dengan alat ukur.
- Atur jarum penunjuk skala beban sehingga menunjukkan angka 0 (nol)
- Letakkan benda uji pada mesin tarik dan jepit pada kedua ujungnya dengan kedudukan vertikal.
- Jalankan mesin uji, kemudian beri beban secara tetap sampai beban maksimum, dengan kecepatan beban uji tarik sejajar serat : 20Mpa/menit dan uji tarik tegak lurus serat : 1Mpa/menit.
- Cantumkan nilai hasil pengujian dan bentuk keretakan ke dalam formulir lampiran.



Gambar 3. 30 Proses pengujian kuat tarik
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025)

3.2.8 Pengujian Kuat Lentur Kayu

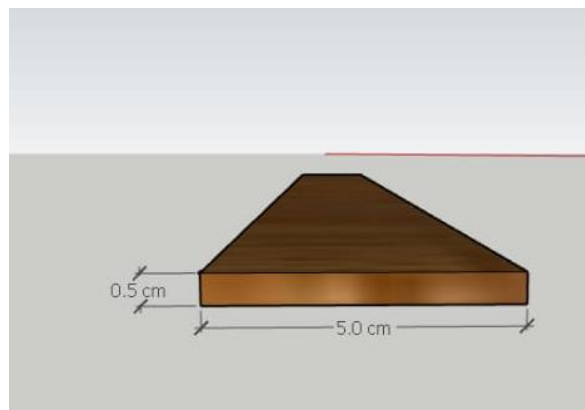
1. Persiapan bahan
 - a) Potong bagian kanan dan kiri benda agar rapi dan rata
 - b) Potong benda uji sesuai ukuran yang telah ditentukan
2. Benda uji
 - a) Benda uji harus mempunyai panjang tidak kurang dari 20 kali tinggi nominal penampang.
 - b) tinggi dan lebar penampang diukur dalam milimeter dan panjang diukur dalam meter.



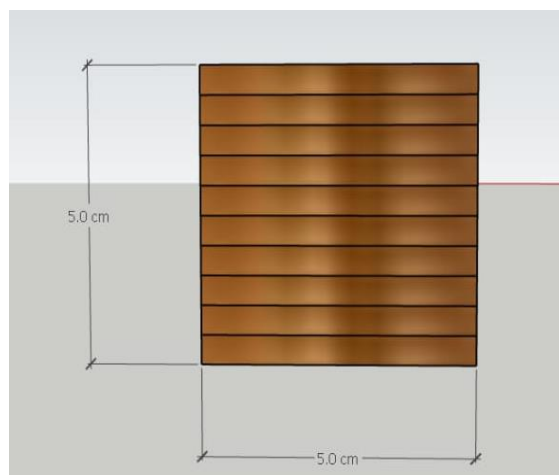
Gambar 3. 31 Bentuk Dan Ukuran Benda Uji Kuat Lentur
(Sumber : SNI 03-3975-1995)



Gambar 3.32 Panjang benda uji
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 3.33 Lebar benda uji
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)



Gambar 3. 34 Pola lapisan Laminasi
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025)

3. Cara Pengujian

- a) Siapkan benda uji dan amatilah apakah ada yang cacat atau tidak.

b) Membersihkan serat kayu bagian luar dan menghaluskan permukaan kulit kayu dengan menggunakan mesin ketam press.

c) Ukurlah dimensi benda uji dengan jangka sorong panjang, lebar dan tebal.

Lebar = 50mm

Panjang = 760mm

Tebal = 50mm

d) Beri tanda pada benda uji untuk

4. Perhitungan :

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_A \cdot L - P \cdot \frac{L}{2} = 0$$

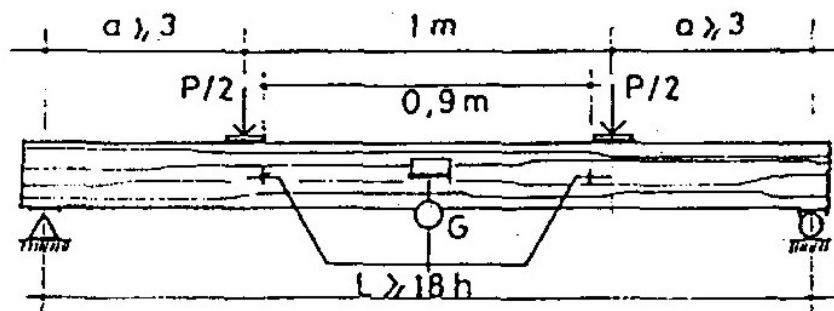
$$-R_B \cdot L + P \cdot \frac{1}{2} L = 0$$

$$R_A = \frac{P \cdot \frac{L}{2}}{L}$$

$$R_B = \frac{P \cdot \frac{L}{2}}{L}$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{P}{2} \cdot \frac{1}{2} l \quad \dots\dots\dots \text{Pers 3.4}$$

$$M_{\text{maks}} = \frac{p \cdot l}{4}$$



Gambar 3. 35 Skema Pengujian Kuat Lentur Kayu
(Sumber : SNI 03-3959-1995)

BAB VI

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sifat Fisik kayu

4.1.1 Analisa Pengujian Kadar air

Didalam pengujian kadar air dilakukan dilaboratorium uji bahan kampus Politeknik Negeri Bengkalis, Kec Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Pemeriksaan kadar air berdasarkan alat, bahan, dan cara kerja sesuai dengan acuan SNI 03 6850 (2002) adalah kurang dari 15%. Maka kadar air yang digunakan pada penelitian ini memenuhi syarat kadar air.

4.1.2 Hasil Pengujian Kadar air

Tabel 4.1 Hasil pengujian Kadar air

Sampel	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	Kadar Air (%)
1	119,5	106,7	11,97%
2	128,4	114,4	12,23%
3	118,8	106,3	11,77%
RATA-RATA			11,99%

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

Pengujian kadar air dapat dihitung dengan rumus sesuai dengan SNI 03-3527-1994 Sebagai Berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100$$

Dengan:

Wb = Berat basah

Wk = Berat kering

$$\text{SAMPEL 1} = \frac{119,5 - 106,7}{106,7} \times 100\% = 11,97\%$$

$$\text{SAMPEL 2} = \frac{128,4 - 114,4}{114,4} \times 100\% = 12,23\%$$

$$\text{SAMPEL 3} = \frac{118,8 - 106,3}{106,3} \times 100\% = 11,77\%$$

$$\text{Rata - Rata kadar air} = \frac{11,97\% + 12,23\% + 11,77}{3} = 11,99\%$$

Berdasarkan hasil pengujian kadar air pada tiga sampel kayu, diperoleh kadar air masing-masing sebesar 11,97%, 12,23%, dan 11,77% dengan rata-rata sebesar 11,99%.

Menurut standar SNI 03-3527-1994 tentang kayu untuk konstruksi bangunan, kadar air maksimum yang diperbolehkan untuk kayu kering dalam penggunaan struktural adalah sekitar 15%.

Dengan demikian, kadar air ketiga sampel kayu yang diuji masih berada di bawah batas maksimum yang ditentukan, yaitu di bawah 15%.

4.2 Perhitungan kuat tekan kayu

Hasil pengujian kuat tekan kayu yang telah dilakukan di laboratorium. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kayu dalam menahan gaya tekan sejajar serat, yang merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas dan kekuatan struktural kayu. Nilai kuat tekan sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, kadar air, arah serat, dan kondisi pengujian.

Dalam pengujian ini, benda uji kayu diberi beban secara bertahap menggunakan mesin uji tekan hingga mencapai kondisi gagal atau hancur. Beban maksimum yang diterima benda uji kemudian digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan kayu (σ), biasanya dinyatakan dalam satuan MPa.

Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai standar dari literatur atau peraturan seperti SNI atau ASTM guna menilai apakah kayu memenuhi persyaratan teknis sebagai bahan struktural.

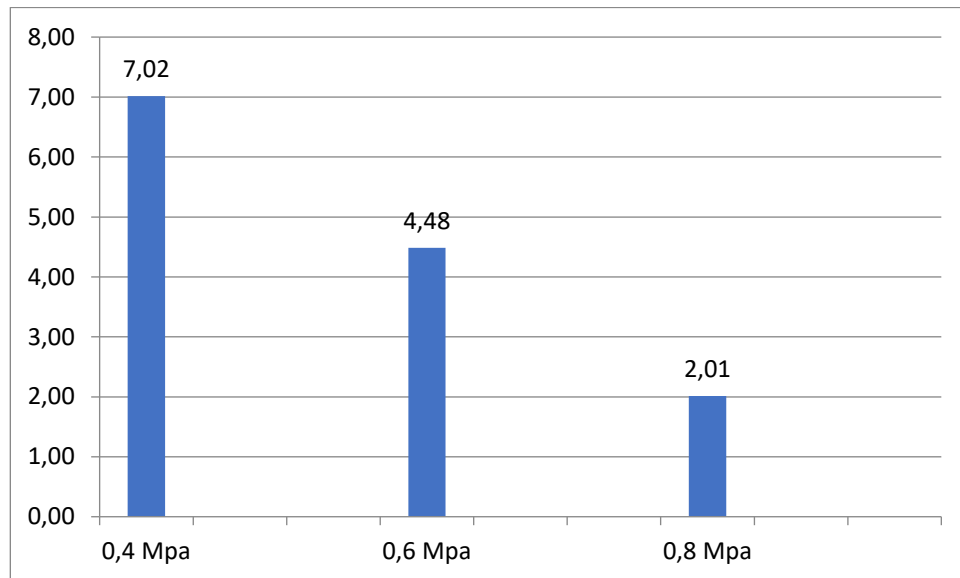
Kuat tekan pada kayu laminasi ini dapat dihitung menggunakan rumus sesuai dengan SNI-03-3958-1995 Sebagai berikut :

Tabel 4.2 pengolahan data Kuat Tekan pada Kayu

Benda Uji	SAMPLE	b (mm)	h (mm)	P(Kn)	P(N)	Mpa
0,4 Mpa	S1	53,8	201,5	87,1	87100	8,03
	S2	53,7	201,8	85,5	85500	7,89
	S3	53,5	203,4	55,8	55800	5,13
0,6 Mpa	S1	54,2	202,9	58,9	58900	5,36

	S2	52,7	201,3	19,7	19700	1,86
	S3	54,1	202,4	58,3	68300	6,24
0,8 Mpa	S1	55,3	202,6	29	29000	2,59
	S2	54,6	200,6	28,7	28700	2,62
	S3	55,1	205,1	9,3	9300	0,82
	RATA RATA					

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4.1 grafik kuat tekan kayu
(Sumber : Pengolahan data Tugas Akhir, 2025)

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, diperoleh nilai kuat tekan yang masing – masing sampel memiliki rata – rata yang ada di grafik atas. Mengacu pada klasifikasi mutu kayu menurut SNI, nilai tersebut masuk dalam Kelas III, yang termasuk dalam kategori mutu sedang.

Dengan demikian, kayu yang diuji masih layak digunakan sebagai elemen struktural ringan hingga sedang, seperti tiang atau balok dalam bangunan sederhana, dengan tetap memperhatikan faktor keamanan, keawetan kayu, dan kondisi lingkungan penggunaannya.

4.3 Perhitungan kuat geser kayu

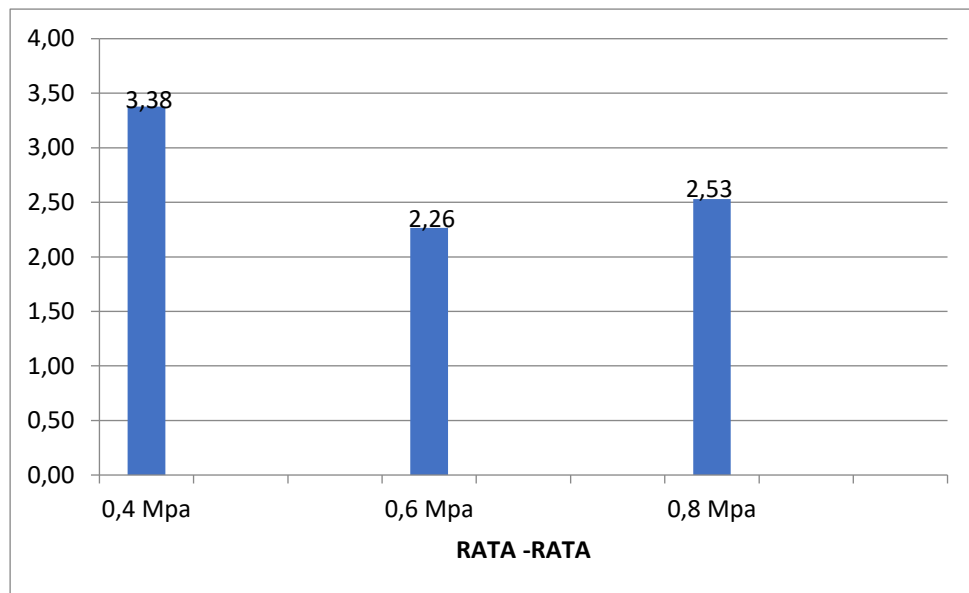
Alat, bahan, dan Langkah kerja pengujian sesuai dengan SNI 03- 3400-1994. Data hasil pengujian kuat geser dapat dilihat pada table 4.1 dan table 4.2 . Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kayu laminasi dari limbah

kulit kayu sagu dalam menahan gaya geser yang bekerja sejajar arah serat kayu. Cara perhitungan kuat geser pada laminasi kayu sagu ini sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pengolahan Data Kuat Geser kayu

Benda Uji	SAMPLE	b (mm)	h (mm)	P(Kn)	P(N)	Mpa
0,4 Mpa	S1	50,2	50,7	8,6	8600	3,4
	S2	49,5	50,6	10,6	10600	4,2
	S3	59,3	50,1	7,5	7500	2,5
0,6 Mpa	S1	50,5	50,9	7,4	7400	2,9
	S2	48,9	51,6	5,5	5500	2,2
	S3	48,6	51,0	4,3	4300	1,7
0,8 Mpa	S1	51,5	51,3	5,4	5400	2,0
	S2	50,2	51,0	5	5000	2,0
	S3	50,7	47,2	8,6	8600	3,6
RATA RATA						

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4.2 grafik kuat geser kayu
(Sumber : Pengolahan data Tugas Akhir, 2025)

4.4 Perhitungan kuat tarik kayu

Pengujian kuat tarik kayu dilakukan untuk mengetahui kemampuan kayu dalam menahan gaya tarik, yaitu gaya yang mencoba menarik atau memisahkan serat-serat kayu. Kuat tarik menunjukkan seberapa besar tegangan maksimum yang bias diterima kayu sebelum patah saat ditarik. Ini penting untuk memahami daya

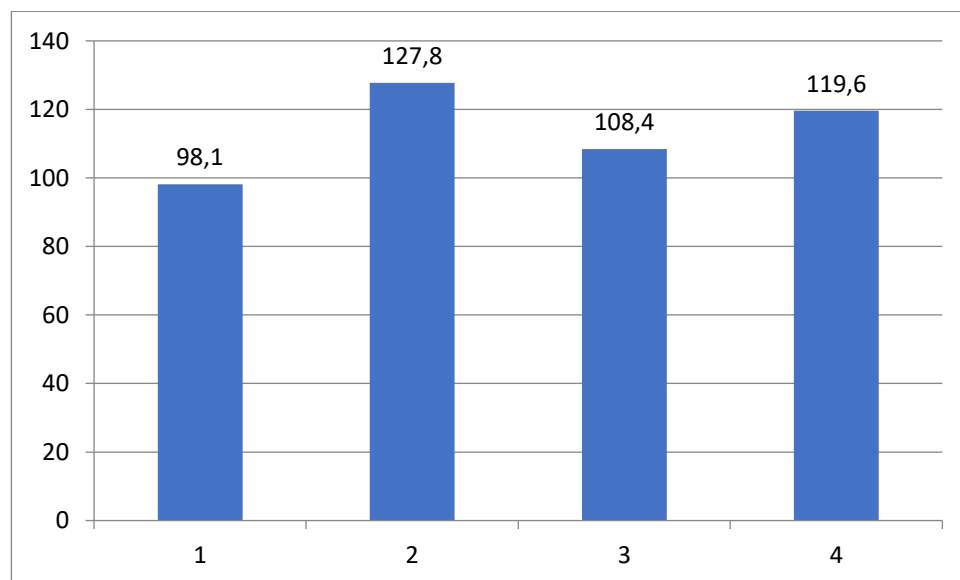
tahan dan kelenturan kayu sebagai bahan struktur. Dengan pengujian tarik, bias diketahui apakah kayu yang digunakan memiliki kualitas structural yang sesuai standar (misalnya untuk rangka atap, jembatan kayu, atau komponen bangunan lainnya). Berikut adalah tabel hasil pengujian kuat tarik kayu:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Kayu

Sampel	b (mm)	h (mm)	P (Kn)	P (N)	Mpa
1	10,3	5,2	5,2710	5271	98,1
2	11,6	4,5	6,7400	6740	127,8
3	10,1	5,9	6,5150	6515	108,4
4	9,9	4,9	5,7630	5763	119,6
RATA - RATA					113,48

(Sumber : Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

Dari tabel 4.4 Dapat dilihat dari grafik di bawah ini



Gambar 4.3 grafik kuat Tarik kayu
(Sumber: Pengolahan data Tugas Akhir, 2025)

Dari grafik pada gambar 4.3 dapat dilihat nilai kuat tarik kayu dari 4 sampel. Sehingga nilai rata-rata kuat tarik kayu sebesar 113,47 Mpa. Berdasarkan SNI 7973:1013 dan referensi literatur umum hasil dari pengujian kuat tarik sejajar serat kayu sengon dan meranti $\pm 40-100$ Mpa, jati dan mahoni $\pm 90-130$ Mpa ini menunjukkan nilai rata-rata dari pengujian kuat tarik melebihi standar kayu lunak seperti sengon dan meranti dan setara dengan atau melebihi sedikit dari kayu

jati/mahoni. Ini menunjukkan bahwa kayu diuji memiliki kualitas structural yang baik, layak digunakan untuk keperluan struktur rangka, jembatan kayu, atau komponen bangunan lainnya.

4.5 Analisa Pengujian Kuat Lentur Kayu

Pengujian kuat lentur kayu dilakukan untuk mengetahui kemampuan kayu dalam menahan gaya lentur (tekukan) sebelum mengalami patah atau kerusakan. Pengujian ini sangat penting untuk menentukan mekanis kayu, mengukur sejauh mana kayu mampu menahan beban lentur tanpa retak atau patah. Selain itu untuk mengetahui *Modulus of Elastisitas (MoE)* ini menunjukkan tingkat kekakuan kayu saat mengalami lenturan dan *Modulus of Rupture (MoR)* menunjukkan batas maksimum tegangan lentur yang dapat ditahan kayu sebelum patah.

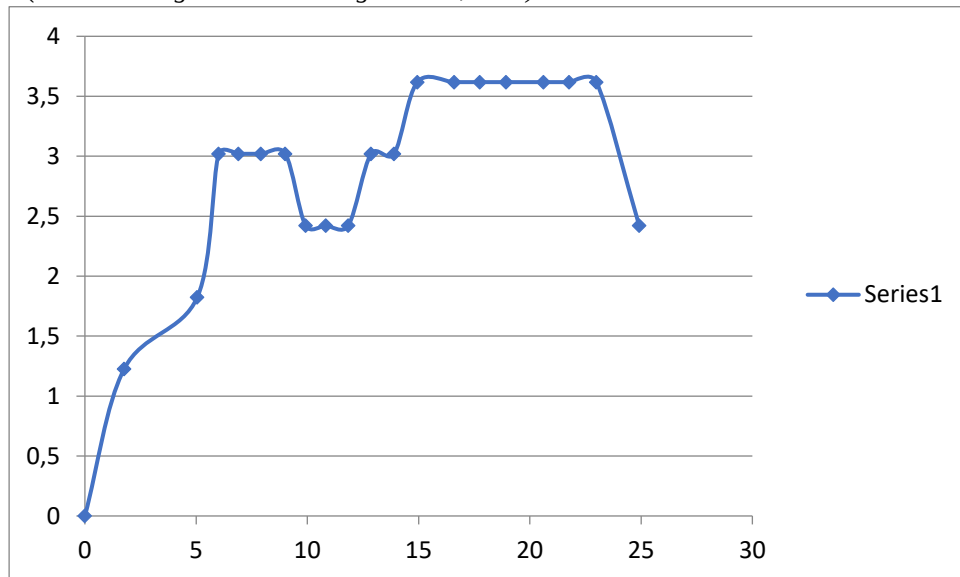
4.5.1 Perhitungan Kuat Lentur Tekanan Kempa 0,4 MPa

1. Sampel 1 variasi 0,4 MPa

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 1 variasi 0,4 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	0	0
2	1,23	1,76
3	1,82	5,05
4	3,02	6,01
5	3,02	6,90
6	3,02	7,91
7	3,02	9,01
8	2,42	9,92
9	2,42	10,83
10	2,42	11,84
11	3,02	12,86
12	3,02	13,90
13	3,62	14,94
14	3,62	16,60
15	3,62	17,75
16	3,62	18,92
17	3,62	20,61
18	3,62	21,76
19	3,62	22,99
20	2,42	24,91

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 4 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 1 Variasi 0,4 MPa
(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 3620 \times 710}{2 \times 63,3 \times 47,6^2}$$

$$MoR = \frac{7710600}{2 \times 63,3 \times 2265,76}$$

$$MoR = \frac{7.710.600}{286.845,216}$$

$$MoR = 37,2 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 3020}{4 \times 63,3 \times 47,6^3 \times 6,01}$$

$$MoE = 6.586,01 \text{ MPa}$$

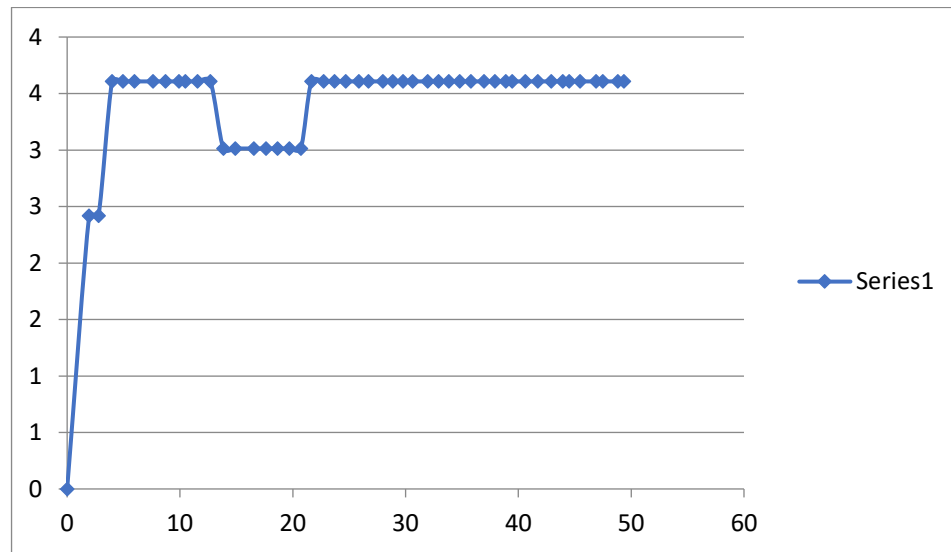
2. Sampel 2 variasi 0,4 MPa

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 2 variasi 0,4 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	0	0
2	2,42	1,95
3	2,42	2,78
4	3,61	3,98
5	3,61	4,95
6	3,61	5,96
7	3,61	7,62
8	3,61	8,71
9	3,61	9,92
10	3,61	10,48
11	3,61	11,55
12	3,61	12,70
13	3,01	13,85
14	3,01	14,92
15	3,01	16,55
16	3,01	17,64
17	3,01	18,66
18	3,01	19,70
19	3,01	20,72
20	3,61	21,65

21	3,61	22,75
22	3,61	23,71
23	3,61	24,70
24	3,61	25,85
25	3,61	26,70
26	3,61	27,99
27	3,61	28,87
28	3,61	29,78
29	3,61	30,63
30	3,61	31,97
31	3,61	32,93
32	3,61	33,84
33	3,61	34,80
34	3,61	35,79
35	3,61	36,94
36	3,61	37,93
37	3,61	38,89
38	3,61	39,45
39	3,61	40,60
40	3,61	41,73
41	3,61	42,90
42	3,61	43,94
43	3,61	44,51
44	3,61	45,47
45	3,61	46,88
46	3,61	47,47
47	3,61	48,81
48	3,61	49,34

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 5 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 2 Variasi 0,4 MPa
(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 3610 \times 710}{2 \times 60,0 \times 45,7^2}$$

$$MoR = \frac{7689300}{2 \times 60,0 \times 2088,49}$$

$$MoR = \frac{7.689.300}{250.618,8}$$

$$MoR = 32,5 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 3610}{4 \times 60,0 \times 45,7^3 \times 3,98}$$

$$MoE = 14.172,26 \text{ MPa}$$

3. Sampel 3 variasi 0,4 MPa

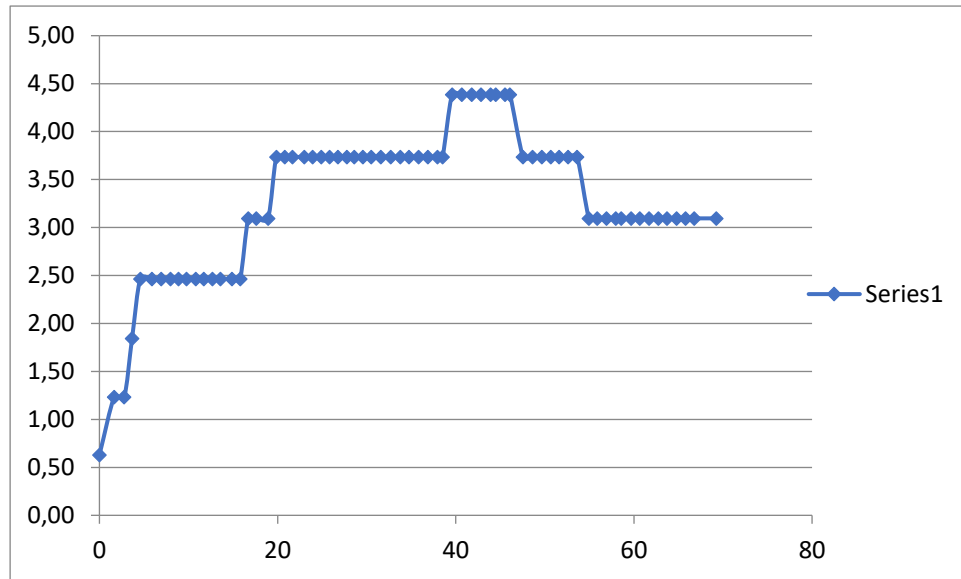
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 3 variasi 0,4 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	0,63	0
2	1,23	1,66
3	1,23	2,78
4	1,84	3,66
5	2,47	4,60
6	2,47	5,88
7	2,47	6,92
8	2,47	7,97
9	2,47	8,87
10	2,47	9,78
11	2,47	10,80
12	2,47	11,71
13	2,47	12,67
14	2,47	13,58
15	2,47	14,89
16	2,47	15,80
17	3,10	16,71
18	3,10	17,62
19	3,10	18,92
20	3,74	19,86
21	3,74	20,80
22	3,74	21,65
23	3,74	22,99

24	3,74	23,92
25	3,74	24,91
26	3,74	25,85
27	3,74	26,78
28	3,74	27,77
29	3,74	28,60
30	3,74	29,56
31	3,74	30,53
32	3,74	31,59
33	3,74	32,69
34	3,74	33,79
35	3,74	34,75
36	3,74	35,82
37	3,74	36,89
38	3,74	37,96
39	3,74	38,52
40	4,39	39,59
41	4,39	40,68
42	4,39	41,78
43	4,39	42,82
44	4,39	43,92
45	4,39	44,48
46	4,39	45,52
47	4,39	46,08
48	3,74	47,55
49	3,74	48,62
50	3,74	49,66
51	3,74	50,65
52	3,74	51,59
53	3,74	52,60
54	3,74	53,62
55	3,10	54,96
56	3,10	55,89
57	3,10	56,93
58	3,10	57,98
59	3,10	58,57
60	3,10	59,69
61	3,10	60,68
62	3,10	61,69
63	3,10	62,74
64	3,10	63,72

65	3,10	64,79
66	3,10	65,78
67	3,10	66,77
68	3,10	69,23

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 6 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 3 Variasi 0,4 MPa

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 2470 \times 710}{2 \times 60,5 \times 50,6^2}$$

$$MoR = \frac{5261100}{2 \times 56,0 \times 2560,36}$$

$$MoR = \frac{5.261.100}{286.760,32}$$

$$MoR = 54,5 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 2470}{4 \times 60,5 \times 50,6^3 \times 4,60}$$

$$MoE = 6.129,81 \text{ MPa}$$

4.5.2 Perhitungan Kuat Lentur Tekanan Kempa 0,6 MPa

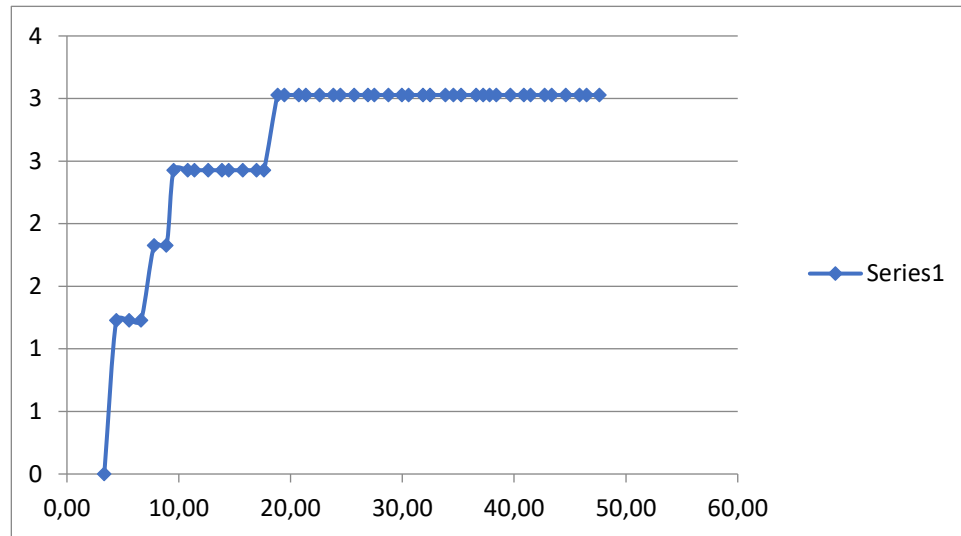
1. Sampel 1 variasi 0,6 MPa

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 1 variasi 0,6 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	0	3,34
2	1,23	4,41
3	1,23	5,56
4	1,23	6,63
5	1,83	7,81
6	1,83	8,90
7	2,43	9,54
8	2,43	10,80
9	2,43	11,41
10	2,43	12,64
11	2,43	13,87
12	2,43	14,49
13	2,43	15,74
14	2,43	16,97
15	2,43	17,62

16	3,03	18,84
17	3,03	19,46
18	3,03	20,74
19	3,03	21,38
20	3,03	22,61
21	3,03	23,84
22	3,03	24,46
23	3,03	25,69
24	3,03	26,92
25	3,03	27,51
26	3,03	28,76
27	3,03	29,96
28	3,03	30,58
29	3,03	31,86
30	3,03	32,48
31	3,03	33,87
32	3,03	34,56
33	3,03	35,26
34	3,03	36,62
35	3,03	37,23
36	3,03	37,82
37	3,03	38,41
38	3,03	39,67
39	3,03	40,87
40	3,03	41,48
41	3,03	42,74
42	3,03	43,36
43	3,03	44,64
44	3,03	45,87
45	3,03	46,48
46	3,03	47,63

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 7 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 1 Variasi 0,6 MPa
(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 2430 \times 710}{2 \times 52,6 \times 37,9^2}$$

$$MoR = \frac{5175900}{2 \times 52,6 \times 1436,41}$$

$$MoR = \frac{5.175.900}{151.110,332}$$

$$MoR = 29,1 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 2430}{4 \times 52,6 \times 37,9^3 \times 9,54}$$

$$MoE = 7.959,20 \text{ MPa}$$

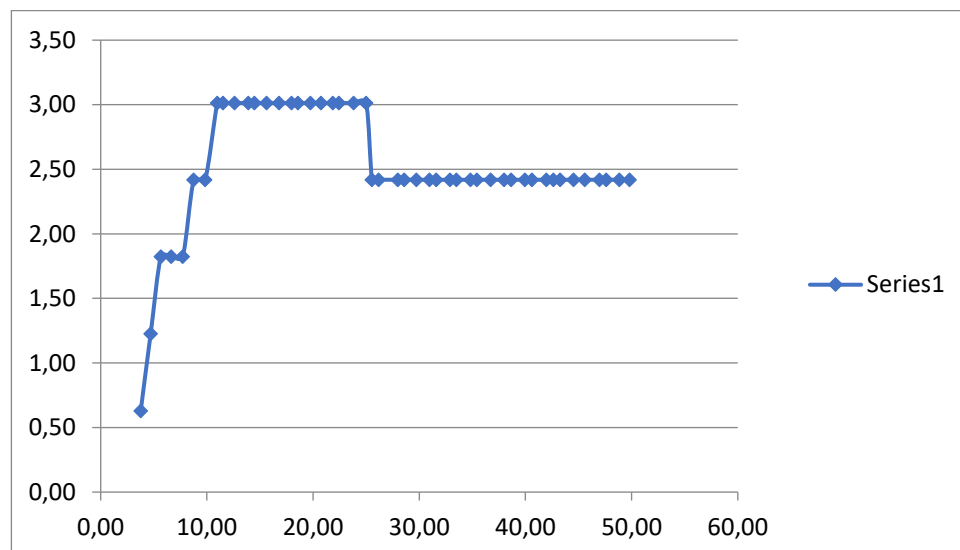
2. Sampel 2 variasi 0,6 MPa

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 2 variasi 0,6 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	0,63	3,77
2	1,23	4,70
3	1,82	5,67
4	1,82	6,66
5	1,82	7,72
6	2,42	8,77
7	2,42	9,84
8	3,01	10,99
9	3,01	11,52
10	3,01	12,62
11	3,01	13,90
12	3,01	14,49
13	3,01	15,64
14	3,01	16,81
15	3,01	17,99
16	3,01	18,58
17	3,01	19,75
18	3,01	20,74
19	3,01	21,87
20	3,01	22,45
21	3,01	23,82
22	3,01	24,99
23	2,42	25,55
24	2,42	26,17
25	2,42	27,99
26	2,42	28,60

27	2,42	29,72
28	2,42	30,98
29	2,42	31,62
30	2,42	32,90
31	2,42	33,52
32	2,42	34,83
33	2,42	35,44
34	2,42	36,73
35	2,42	37,98
36	2,42	38,65
37	2,42	39,96
38	2,42	40,63
39	2,42	41,97
40	2,42	42,63
41	2,42	43,28
42	2,42	44,53
43	2,42	45,60
44	2,42	46,99
45	2,42	47,61
46	2,42	48,86
47	2,42	49,82

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 8 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 2 Variasi 0,6 MPa
(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 3010 \times 710}{2 \times 57,7 \times 41,1^2}$$

$$MoR = \frac{6411.300}{2 \times 57,7 \times 1689,21}$$

$$MoR = \frac{6.411.300}{194.934,834}$$

$$MoR = 30,4 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 3010}{4 \times 57,7 \times 41,1^3 \times 10,99}$$

$$MoE = 6.117,62 \text{ MPa}$$

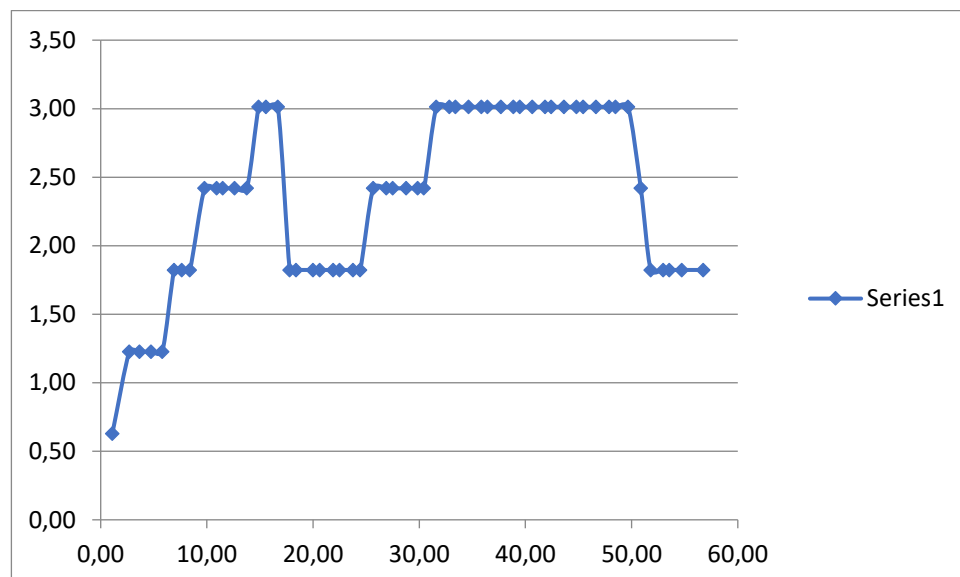
3. Sampel 3 variasi 0,6 MPa

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 3 variasi 0,6 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	0,63	1,10
2	1,23	2,70
3	1,23	3,66
4	1,23	4,73
5	1,23	5,80
6	1,82	6,92
7	1,82	7,64
8	1,82	8,39
9	2,42	9,78
10	2,42	10,93
11	2,42	11,49
12	2,42	12,62
13	2,42	13,77
14	3,01	14,89
15	3,01	15,56
16	3,01	16,68
17	1,82	17,80
18	1,82	18,42
19	1,82	19,99
20	1,82	20,64
21	1,82	21,89
22	1,82	22,51
23	1,82	23,76
24	1,82	24,43
25	2,42	25,66
26	2,42	26,89
27	2,42	27,51
28	2,42	28,76
29	2,42	29,86
30	2,42	30,45
31	3,01	31,62
32	3,01	32,85
33	3,01	33,41
34	3,01	34,64

35	3,01	35,84
36	3,01	36,43
37	3,01	37,69
38	3,01	38,87
39	3,01	39,48
40	3,01	40,66
41	3,01	41,86
42	3,01	42,42
43	3,01	43,62
44	3,01	44,83
45	3,01	45,44
46	3,01	46,64
47	3,01	47,87
48	3,01	48,49
49	3,01	49,66
50	2,42	50,87
51	1,82	51,80
52	1,82	52,98
53	1,82	53,57
54	1,82	54,72
55	1,82	56,75

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 9 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 3 Variasi 0,6 MPa
(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 2420 \times 710}{2 \times 56,0 \times 37,1^2}$$

$$MoR = \frac{5154.600}{2 \times 56,0 \times 1376,41}$$

$$MoR = \frac{5.154,600}{154.157,92}$$

$$MoR = 29,9 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 2420}{4 \times 56,0 \times 37,1^3 \times 9,78}$$

$$MoE = 7.742,51 \text{ MPa}$$

4.5.3 Perhitungan Kuat Lentur Tekanan Kempa 0,8 MPa

1. Sampel 1 variasi 0,8 MPa

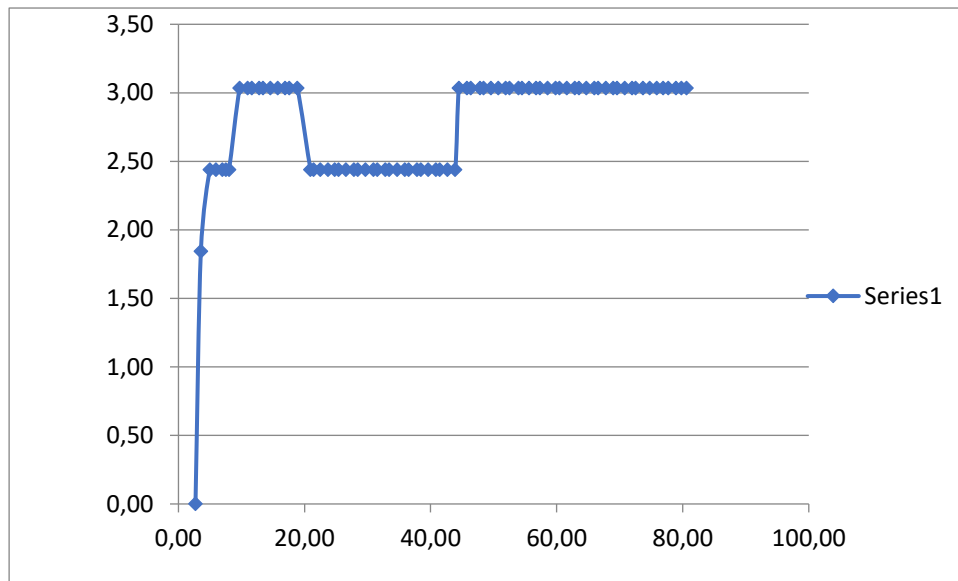
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 1 variasi 0,8 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	0,00	2,70

2	1,84	3,56
3	2,44	4,97
4	2,44	5,93
5	2,44	6,98
6	2,44	7,51
7	2,44	8,02
8	3,03	9,73
9	3,03	10,96
10	3,03	11,63
11	3,03	12,83
12	3,03	13,42
13	3,03	14,57
14	3,03	15,74
15	3,03	16,95
16	3,03	17,59
17	3,03	18,84
18	2,44	20,96
19	2,44	21,46
20	2,44	22,53
21	2,44	23,71
22	2,44	24,81
23	2,44	25,39
24	2,44	26,60
25	2,44	27,85
26	2,44	28,44
27	2,44	29,67
28	2,44	30,93
29	2,44	31,54
30	2,44	32,80
31	2,44	33,41
32	2,44	34,70
33	2,44	35,93
34	2,44	36,54
35	2,44	37,82
36	2,44	38,44
37	2,44	39,64
38	2,44	40,84
39	2,44	41,43
40	2,44	42,69
41	2,44	43,89
42	3,03	44,51

43	3,03	45,76
44	3,03	46,38
45	3,03	47,85
46	3,03	48,43
47	3,03	49,58
48	3,03	50,76
49	3,03	51,94
50	3,03	52,52
51	3,03	53,94
52	3,03	54,53
53	3,03	55,63
54	3,03	56,75
55	3,03	57,36
56	3,03	58,59
57	3,03	59,82
58	3,03	60,44
59	3,03	61,64
60	3,03	62,87
61	3,03	63,54
62	3,03	64,71
63	3,03	65,97
64	3,03	66,58
65	3,03	67,79
66	3,03	68,99
67	3,03	69,58
68	3,03	70,78
69	3,03	71,98
70	3,03	72,55
71	3,03	73,72
72	3,03	74,79
73	3,03	75,89
74	3,03	76,88
75	3,03	77,73
76	3,03	78,93
77	3,03	79,79
78	3,03	80,59

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 10 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 1 Variasi 0,8 MPa
(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 3030 \times 710}{2 \times 59,7 \times 45,9^2}$$

$$MoR = \frac{6453900}{2 \times 59,7 \times 2196,81}$$

$$MoR = \frac{6.453,900}{262.299,114}$$

$$MoR = 40,6 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 3030}{4 \times 59,7 \times 45,9^3 \times 9,73}$$

$$MoE = 4.826,50 \text{ MPa}$$

2. Sampel 2 variasi 0,8 MPa

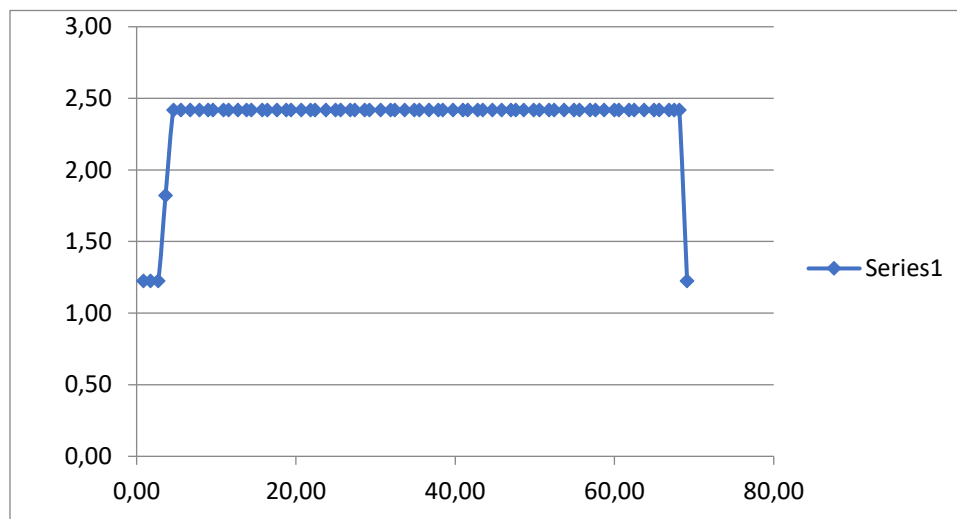
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 2 variasi 0,8 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	1,23	0,88
2	1,23	1,76
3	1,23	2,70
4	1,82	3,64
5	2,42	4,62
6	2,42	5,59
7	2,42	6,74
8	2,42	7,91
9	2,42	8,98
10	2,42	9,57
11	2,42	10,93
12	2,42	11,55
13	2,42	12,72
14	2,42	13,82
15	2,42	14,41
16	2,42	15,77
17	2,42	16,41
18	2,42	17,62
19	2,42	18,79

20	2,42	19,38
21	2,42	20,66
22	2,42	21,84
23	2,42	22,43
24	2,42	23,76
25	2,42	24,99
26	2,42	25,63
27	2,42	26,84
28	2,42	27,40
29	2,42	28,65
30	2,42	29,24
31	2,42	30,66
32	2,42	31,89
33	2,42	32,42
34	2,42	33,65
35	2,42	34,88
36	2,42	35,50
37	2,42	36,73
38	2,42	37,88
39	2,42	38,46
40	2,42	39,75
41	2,42	40,98
42	2,42	41,59
43	2,42	42,85
44	2,42	43,46
45	2,42	44,69
46	2,42	45,84
47	2,42	46,99
48	2,42	47,61
49	2,42	48,62
50	2,42	49,85
51	2,42	50,57
52	2,42	51,80
53	2,42	52,42
54	2,42	53,70
55	2,42	54,93
56	2,42	55,60
57	2,42	56,93
58	2,42	57,60
59	2,42	58,73
60	2,42	59,98

61	2,42	60,57
62	2,42	61,83
63	2,42	62,47
64	2,42	63,72
65	2,42	64,98
66	2,42	65,62
67	2,42	66,88
68	2,42	67,52
69	2,42	68,13
70	1,23	69,12

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 11 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 2 Variasi 0,8 MPa

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 2420 \times 710}{2 \times 59,6 \times 45,0^2}$$

$$MoR = \frac{5154600}{2 \times 59,6 \times 2025}$$

$$MoR = \frac{5.154,600}{241.380}$$

$$MoR = 46,8 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 2420}{4 \times 59,6 \times 45,0^3 \times 4,62}$$

$$MoE = 8.629,87 \text{ MPa}$$

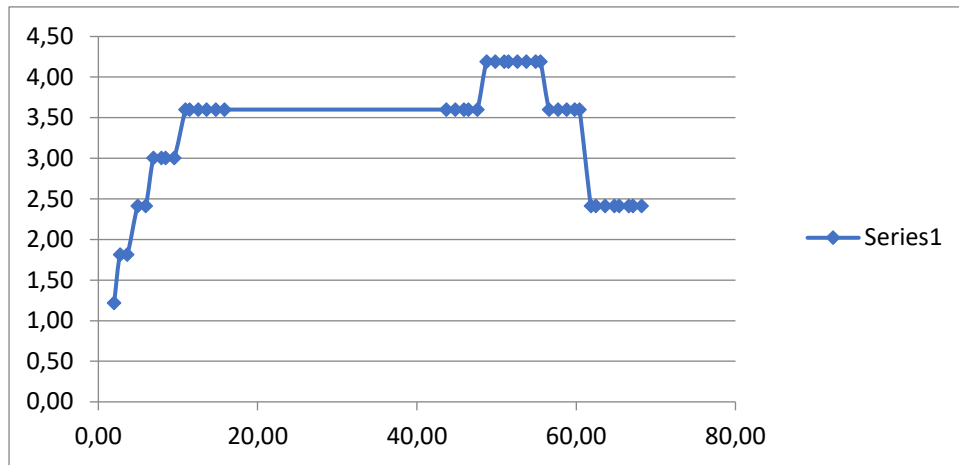
3. Sampel 3 variasi 0,8 MPa

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kuat Lentur Kayu Sampel 3 variasi 0,8 MPa

NO	Beban (KN)	Lendutan koreksi (mm)
1	1,22	1,98
2	1,82	2,73
3	1,82	3,64
4	2,41	4,95
5	2,41	5,93
6	3,01	6,92
7	3,01	7,94
8	3,01	8,45
9	3,01	9,52
10	3,60	10,93
11	3,60	11,47
12	3,60	12,54
13	3,60	13,61
14	3,60	14,75

15	3,60	15,85
16	3,60	43,70
17	3,60	44,83
18	3,60	45,92
19	3,60	46,48
20	3,60	47,58
21	4,19	48,76
22	4,19	49,85
23	4,19	50,97
24	4,19	51,48
25	4,19	52,60
26	4,19	53,73
27	4,19	54,93
28	4,19	55,52
29	3,60	56,61
30	3,60	57,71
31	3,60	58,81
32	3,60	59,82
33	3,60	60,41
34	2,41	61,85
35	2,41	62,47
36	2,41	63,64
37	2,41	64,79
38	2,41	65,41
39	2,41	66,61
40	2,41	67,15
41	2,41	68,21

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)



Gambar 4. 12 Grafik Kuat Lentur Kayu Sampel 3 Variasi 0,8 MPa
(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

a) *Modulus of Rapture (MoR)*

$$MoR = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times d^2}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum yang diterima sebelum patah (N)

L = Jarak antara tumpuan (mm)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

$$MoR = \frac{3 \times 3010 \times 710}{2 \times 58,4 \times 48,6^2}$$

$$MoR = \frac{6411,300}{2 \times 58,4 \times 2361,96}$$

$$MoR = \frac{6.411,300}{275.876,928}$$

$$MoR = 43,0 \text{ MPa}$$

b) *Modulus of Elastisitas (MoE)*

$$MoE = \frac{L^3 \times \Delta P}{4 \times b \times d^3 \times \Delta y}$$

Keterangan:

L = Jarak antar tumpuan (mm)

ΔP = Perubahan beban (N)

b = Lebar balok uji (mm)

d = Tinggi balok uji (mm)

Δy = Perubahan defleksi pada beban tertentu (mm)

$$MoE = \frac{710^3 \times 3010}{4 \times 58,4 \times 48,6^3 \times 6,92}$$

$$MoE = 5.805,68 \text{ MP}$$

Tabel 4. 14 Hasil Rata-rata Nilai MoR dan MoE

NO	Sampel	MoR (Mpa)	MoE (Mpa)
1	0,4	41,1	8.962,69
2	0,6	29,8	7.293,11
3	0,8	43,5	6.420,68
RATA - RATA			

(Sumber: Pengolahan Data Tugas Akhir, 2025)

Dari tabel diatas dapat kita lihat tekanan kempa 0,4 MPa menghasilkan nilai terbaik dari segi kekuatan lentur (MoR) maupun kekakuan (MoE) menyeimbangkan antara daya rekat, kekakuan dan kekuatan. Tekanan 0,6 MPa masih cukup baik tetapi belum maksimal, tekanan 0,8 MPa tidak disarankan karena terlalu tinggi dan justru menurunkan kekuatan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat di ambil pada penelitian ini adalah:

1. Sifat fisik kulit kayu sagu memiliki kadar air rata-rata 11,99%, kerapatan (*Density*) rata-rata kerapatan kulit kayu sagu 0,40-0,60 g/cm³, Berat jenis (*Specific Gravity*) yaitu sekitar 0,45-0,50 tergolong kayu ringan-sedang, tekstur serat kasar dan cenderung lurus, penyusutan (*shrinkage*) relative tinggi jika dikeringkan cepat berpotensi retak dan memiliki warna cokelat muda hingga keabu-abuan tergantung umur pohon.
2. Adapun sifat mekanik kulit kayu sagu dengan pengujian kuat tekan sejajar serat diperoleh nilai rata-rata 7-9 MPa. Untuk pengujian kuat geser searah serat diperoleh nilai rata-rata 2-2,5 MPa. Untuk pengujian kuat tarik searah serat diperoleh nilai rata-rata 10-12 MPa. Dan untuk pengujian kuat lentur diperoleh nilai sebesar 29-43 Mpa tergantung tekanan kempa laminasi.
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tekanan kempa 0,4 MPa menghasilkan nilai *Modulus of Rupture* (MoR) dan *Modulus of Elasticity* (MoE) tertinggi. Dengan nilai *modulus of Repture* rata-rata 41,1 MPa dan nilai *modulus of Elasticity* dengan rata-rata 8.962,69 MPa. Tekanan ini merupakan variasi kempa yang paling optimal.

5.2 Saran

Agar penelitian ini menjadi lebih sempurna sehingga dapat memberi nilai manfaat kepada yang lainnya maka saran yang dapat penulis berikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Penggunaan tekanan kempa dalam pembuatan balok laminasi sebaiknya tidak melebihi 0,4 MPa agar kekuatan dan daya rekat optimal.
2. Untuk Penelitian lanjutan perlu menambahkan variasi perekat lain seperti *epoxy resin* atau lem PU untuk membandingkan daya rekat dan ketahanan terhadap kelembaban dan agar dapat dilakukan uji lanjutan terkait ketahanan

terhadap cuaca, serangan jamur, dan rayap agar balok laminasi kulit sagu dapat diaplikasikan secara luas pada bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshari. B, (2006). Penelitian Tentang Pengaruh Variasi Tekanan Kempa Terhadap Kuat Lentur Kayu Laminasi Dari Kayu Meranti Dan Keruing. (Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram). 25-33.
- Arrahman, ddk, (2017). Analisa Kekuatan Lentur Dan Kekuatan Tarik pada Balok Laminasi Bambu Petung dan Kayu Kelapa (Glugu) Untuk Komponen Kapal (Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro).120-129.
- ASTM D143 (2005). *Standard Test Methods for Small Clear Specimen of Wood*.
- Puluhulawa. I, Alamsyah, Rafika.D , Khoirunisak, (2018). Pengaruh Penambahan Baut Dan Paku Terhadap Kuat Lentur Balok Laminasi Kayu Mahang Dan Meranti (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis).62-74.
- SNI 03-3959-1995 (1995). Metode Pengujian Kuat Lentur.
- SNI 03-3958-1995 (1995). Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu Di Laboratorium.
- SNI 03-3400-1994 (1994). Metode Pengujian Kuat Geser Kayu Di Laboratorium.
- SNI 03-3399-1994 (1994). Metode pengujian kuat tarik kayu di laboratorium.
- Wulandari, ddk (2023). Pengaruh Tekanan Kempa Papan Laminasi Kayu Sengon dan Bambu Pentung. (Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia). 471-477.