



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Balok Laminasi Kayu Keruing Dan Bambu Petung Untuk Komponen Kapal Kayu

Ananda Arifin Zul Zihni¹⁾, Parlindungan Manik¹⁾, Berlian Arswendo¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

Email: anandaarifinzulzihni@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi di negara Indonesia sangat berkembang pesat, terutama di bidang konstruksi, salah satunya dengan ditemukannya material alternatif pengganti kayu sebagai bahan baku konstruksi, terutama dibidang perkapalan. Pada dunia perkapalan khususnya kapal kayu. Kapal kayu membutuhkan bahan baku dari kayu Sayangnya kayu saat ini sangat mahal dan sulit ditemukan. Oleh karena itu kita perlu inovasi untuk mengganti bahan baku kayu. Dari berbagai bahan laboratorium pengujian, diketahui bahwa bambu memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi, mendekati kekuatan tarik baja struktural. Selain itu, bambu berbentuk pipa, memiliki momen inersia yang besar, namun memiliki bobot yang ringan. Dengan bahaya tekuk lokal cukup rendah dan karakter alami dari bambu ringan dan fleksibel. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kadar air, kekuatan tarik, kuat tekan dari kayu laminasi dalam kombinasi keruing-petung karena perbedaan persentase variasi bahan (70% keruing - 30% petung, 60% keruing - 40 % petung, 50% keruing - 50% petung, 40% keruing - 60% petung, keruing 30% - 70% petung). Dalam penelitian ini dibuat balok laminasi kayu keruing dengan bambu petung untuk uji kuat Tarik mengacu pada standar SNI 03-3399-1994 dan uji kuat tekan mengacu pada standar SNI 03- 3958- 1995. Hasil penelitian untuk untuk pengujian tekan memiliki kadar air kering udara rata-rata 10 %, berat jenis sebesar 0.7466g/cm³ untuk spesimen tekan, kekuatan tekan rata-rata sebesar 33.27 Mpa untuk kode k-70 (varian paling optimal). Untuk laminasi bambu, pengujian Tarik memiliki nilai kadar air kering udara rata – rata sebesar 10%, berat jenis sebesar 0.7733 g/cm³ mengacu pada kode K-70 (varian paling optimal), dan nilai kuat tarik sebesar 145 MPa. Rekomendasi penggunaan laminasi kayu keruing - bambu petung untuk komponen kapal adalah konstruksi diatas garis air dan geladak, kelas kuat III.

Kata kunci : Laminasi, Bambu Petung, Kayu Keruing, Kuat Tekan, Kuat Tarik

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara tropis, indonesia mempunyai berbagai ragam jenis kayu. Akan tetapi persediaan kayu dari waktu ke waktu semakin berkurang sedangkan dalam konstruksi kebutuhan kayu semakin meningkat. Persediaan kayu yang cukup awet dan berkualitas tinggi belum dapat mencukupi kebutuhan konstruksi bangunan pada waktu sekarang, lebih-lebih untuk waktu yang akan datang. Kayu mempunyai kekuatan yang tinggi dan berat yang rendah, dapat mudah

dikerjakan, murah, mudah diganti. Kerugian penggunaan kayu antara lain sifat kayu yang kurang homogen dengan cacat alam seperti arah serat yang berbentuk penampang, spiral, dan diagonal, mata kayu dan sebagainya. Selain kayu, bambu merupakan salah satu bahan yang bermanfaat untuk konstruksi bangunan. Di Indonesia bambu merupakan bahan bangunan yang relatif murah, mudah didapat dan dipergunakan secara tradisional untuk bangunan rumah dan bangunan konstruksi lainnya. Pemilihan bahan bangunan dapat didasarkan pada

harganya yang rendah serta kemudahan memperolehnya (Morisco, 1992 : 11)

Perumusan Masalah

Berdasarkan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang, maka penelitian ini diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Menghitung dan membandingkan kekuatan tekan dan kekuatan tarik dari masing masing komposisi paduan lamina.
2. Bagaimana kombinasi parameter perubahan komposisi paduan lamina terhadap kekuatan kayu keruing dan bambu petung setelah dilakukan uji tekan dan uji tarik.

Pembatasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir ini agar sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang di harapkan adalah :

1. Parameter bebas yang akan diteliti adalah letak lamina bambu petung diantara lapisan atas dan bawah balok kayu keruing.
2. Penelitian ini tidak meneliti tentang uji blok geser laminasi bambu petung dan balok kayu keruing.
3. Parameter lain dibuat tetap yakni, lebar balok (*b*), tinggi balok (*d*), dan panjang balok (*l*).
4. Parameter komposisi lamina meliputi :
 - 70% keruing dan 30% petung
 - 60% keruing dan 40% petung
 - 50% keruing dan 50% petung
 - 40% keruing dan 60% petung
 - 30% keruing dan 70% petung

Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui dan membandingkan kekuatan tekan dan tarik lamina bambu petung dan kayu keruing dengan variasi campuran :
 - 70% keruing dan 30% petung
 - 60% keruing dan 40% petung
 - 50% keruing dan 50% petung
 - 40% keruing dan 60% petung
 - 30% keruing dan 70% petung
2. Mencari lamina dengan nilai yang optimal.
3. Memenuhi syarat standarisasi berdasarkan Rules BKI Kapal Kayu 1996.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kayu keruing



Gambar 2.1 Kayu Keruing

Kayu keruing mempunyai nama botanis *Dipterocarpus* famili *Dipterocarpaceae*. Kayu keruing mempunyai banyak species, di beberapa daerah dikenal dengan nama lain karup, keladan, kelalar, lagan, marakeluang, palahlar, tempehes, tempurau, keruing minyak, keruing daun halus, keruing batu, keruing kutai dan sebagainya

Pada Tabel 2.1 berikut adalah hasil penelitian kekuatan kayu keruing yang dilakukan oleh Iskandar Yasin pada tahun 2003.

Jenis Pengujian	Kayu Keruing
Kekuatan lentur	79,04 MPa
Kuat tekan tegak lurus serat	46,51 MPa
Kuat tekan sejajar serat	53,33 MPa
Kekuatan geser	9,12 MPa
Kekuatan tarik	126,47 MPa
MOE	8710,21 MPa

Pada tabel 2.2 berikut adalah hasil penelitian kekuatan kayu keruing dan sengon yang dilakukan oleh Lorentius Harsi Suryawan dan F. Eddy Poerwodihardjo

KAYU KERUING			KAYU SENGON	
Benda Uji	Kadar air (%)	Kerapatan (gr/cm ³)	Benda Uji	Kadar air (%) Kerapatan (gr/cm ³)
Benda Uji 1	16,00	0,75	Benda Uji 1	16,74 0,25
Benda Uji 2	17,23	0,67	Benda Uji 2	13,13 0,29
Benda Uji 3	19,72	0,71	Benda Uji 3	14,29 0,27
Rata-rata	17,65	0,71	Rata-rata	14,72 0,27

Benda Uji	SIFAT MEKANIK						Kelas Kuat	
	Tekan // (Mpa)	Tekan (Mpa)	Tarik // (Mpa)	Geser // (Mpa)	Lentur (MOE) (Mpa)	Elastisitas (MOE) (Mpa)		
KERUJIN	Benda Uji 1	53,50	48,38	149,53	8,74	59,95	7899,96	II
	Benda Uji 2	48,37	66,24	152,27	9,65	85,62	10144,23	II
	Benda Uji 3	58,40	70,13	271,74	9,04	82,66	8736,59	II
	Rata-rata	53,42	61,58	191,18	9,14	16,08	6097,05	II
SENGO	Benda Uji 1	28,88	9,02	87,51	5,69	27,81	5278,78	IV - V
	Benda Uji 2	25,07	8,78	79,27	4,99	33,23	6062,39	IV - V
	Benda Uji 3	23,84	10,30	59,99	5,44	29,86	5248,99	IV - V
	Rata-rata	25,93	9,37	75,59	5,37	30,30	5530,06	IV - V

Bambu Petung



Gambar 2.2 Bambu Petung

Bambu dengan botani *Dendrocalamus asper* (schult. F) Backer ex Heyne dikenal di Indonesia dengan nama bambu Petung. Diberbagai daerah, bambu yang termasuk jenis ini dikenal dengan nama: buluh Petong, buluh Swanggi, bambu Batueng, Betong, bulo Lotung, awi Bitung dan awo Petung (Morisco, 1999 : 2).

Pada Tabel 2.3 berikut adalah berbagai kekuatan bambu hasil penelitian yang dilakukan Iskandar Yasin pada tahun 2003.

Jenis Pengujian	Bambu Petung
Kekuatan lentur	95,08 MPa
Kuat tekan tegak lurus serat	47,44 MPa
Kuat tekan sejajar serat	37,33 MPa
Kekuatan geser	7,88 MPa
Kekuatan tarik	226,39 MPa
MOE	12248,58 MPa

Polyvinyl Acetate (PVAc)



Gambar 2.3 Polyvinyl Acetate (PVAc)

Menurut Pizzi (1983), perekat *polyvinyl aasetat* tidak memerlukan kempa panas. Dalam penggunaan secara luas dapat menghasilkan keteguhan rekat yang baik, dengan biaya yang relatif rendah. Keuntungan utama dari polyvinyl aasetat melebihi perekat *urea formaldehida*, karena kemampuannya menghasilkan ikatan rekat yang cepat pada suhu kamar. Keuntungan lainnya yaitu dapat menghindari kempa panas yang memerlukan biaya tinggi.

Karakteristik Kapal Kayu

Dalam bangunan kapal kayu pada dasarnya material konstruksi utamanya dapat digolongkan dalam kesamaan bentuk seperti lurus, lengkung dan kesamaan konstruksi seperti halnya bentuk papan dan balok.

Gading (frame), penguat (rib), lunas (keel), dan balok geladak (deck beam) adalah material konstruksi utama kapal kayu yang dapat dibuat dengan teknologi laminasi. Alasan penggunaan teknologi laminasi pada material konstruksi tersebut adalah kemudahan dalam membentuk material konstruksi utama kapal tersebut sangat dimungkinkan. Pada pembuatan material konstruksi yang memiliki bentuk lengkung seperti untuk gading adalah dengan cara pemanasan (steaming), atau mencari bentuk pohon yang sesuai dengan bentuk gading, atau membentuk dari pola penggergajian dari material yang sama.

Teknologi Perekatan Kayu

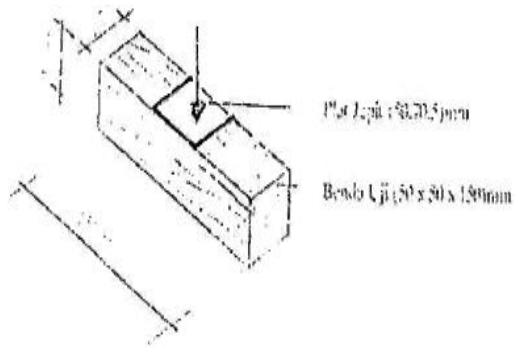
Menurut *Brown et al.*, (1952) teori yang membahas perekatan kayu ada 3 macam yaitu teori lima lingkaran garis perekat, teori perekatan mekanik, dan teori perekatan spesifik. Perekat yang telah dilaburkan pada bahan direkat akan mengeras dengan cara yang kompelek. Menurut *Marra 1992* dalam Prayitno 1996, tahap-tahap pengerasan perekat dan pembentukan garis perekat adalah,

- 1) Flow
- 2) Transfer
- 3) Penetration
- 4) Wetting
- 5) Solidification

Uji Tekan (Tegak Lurus Serat)

Berdasarkan SNI 03-3958-1995 Pengujian tekan kayu di laboratorium benda uji harus memenuhi ketentuan

- 1) Ukuran benda uji adalah 50 x 50 x 150 (dalam satuan mm)



Gambar 2.4 Ukuran spesimen Tekan

- 2) Ketelitian ukuran benda uji tidak melebihi 0.25 mm

Kuat tekan kayu laminasi dihitung dengan beban per satuan luas bidang tekan dengan rumus

$$F_c = \frac{p}{b \times h}$$

Keterangan :

F_c = kuat tekan, Mpa

P = Beban uji maksimum, N

B = Lebar benda uji, mm

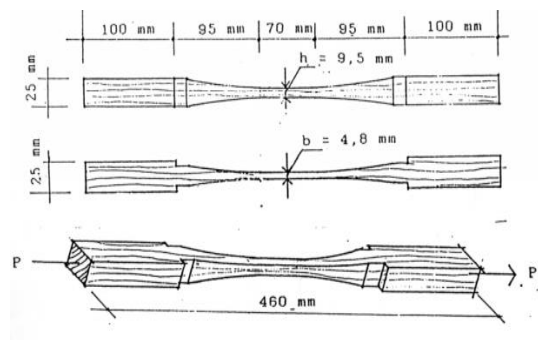
H = Tinggi benda uji, mm

Uji Tarik (Tegak Lurus Serat)

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui respon mekanik bahan terhadap pembebanan tarik satu arah (uniaksial). Sampel atau benda uji ditarik dengan beban continue sambil diukur pertambahan panjangnya. Data yang didapat berupa perubahan panjang dan perubahan beban.

Berdasarkan SNI 03-3399-1995 Pengujian Tarik kayu di laboratorium benda uji harus memenuhi ketentuan

- 1) Ukuran benda uji adalah



Gambar 2.5 Ukuran spesimen tarik

- 2) Ketelitian ukuran penampang benda uji ± 0.25 mm
- 3) Ketelitian ukuran panjang benda uji tidak boleh lebih dari 1 mm
- 4) Kadar kayu maksimal 20%

$$\text{Tensile strength } \sigma_{(tr//)} = \frac{P_{max}}{A}; (N/mm^2)$$

Keterangan

$\sigma_{tr//}$: kuat tarik sejajar serat (Mpa)

P_{max} : maximum load (N).

A : tebal x lebar = luas bidang benda uji yang tertarik (mm²)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Materi Penelitian

Meliputi data- data yang bersifat primer dan sekunder serta teori dan referensi yang menjadi dasar dalam penelitian ini.

Data – Data penelitian

a. Data Primer

Material bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

- Kayu Keruing
- Bambu Petung
- Perekat

b. Data Sekunder

Data – data sekunder diperoleh dari literature buku, jurnal, internet dan data yang didapat pada penelitian yang sebelumnya.

Teori dan Referensi dari Penelitian

Teori dasar dan referensi-referensi yang dijadikan dasar mengolah dan membahas data- data penelitian antara lain :

1. Karakteristik kayu keruing dan bambu petung
2. Teori balok laminasi (glulam)
3. Teknologi perekatan
4. Teori pengujian tekan dan tarik

Pembuatan Spesimen

1. Penebangan Bambu
2. Pemotongan dari lonjoran bambu menjadi bilah bambu (Sesuai Ukuran Spesimen)
3. Pemotongan kayu
4. Pengeringan bilah bambu dan kayu menggunakan oven buatan dengan suhu berkisar 50°C - 60° C selama 3 hari
5. Pengeleman
6. Pengepressan dengan menggunakan mesin press hidrolik

Membandingkan Hasil Pengujian Variasi Laminat

Dari hasil pengujian dan analisa syarat teknis kapal kayu pembanding maka akan dilakukan pengolahan data sehingga menghasilkan pendekatan syarat teknis bahan bambu laminasi

Analisa Teknis Struktur Laminasi Pada Kapal Tradisional

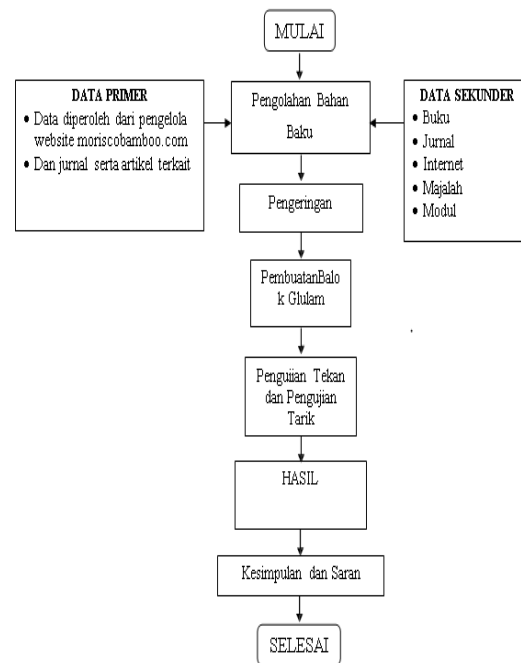
Menentukan struktur kapal kayu laminasi dengan acuan hasil pembandingan hasil pengujian dan persyaratan teknis kapal kayu.

Kesimpulan

Pada akhirnya hasil yang akan diperoleh adalah agar laminasi yang dibuat teranalisa dengan baik melalui pengujian yang digunakan serta hasil dari studi pengembangan ini adalah untuk menyelesaikan penelitian ini.

- Flow Chart Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, dapat dilihat dalam skema dibawah ini:



Gambar 3.1 Flow Chart

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Sifat Fisik

Pengujian balok laminasi ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Prosedur serta langkah pengujian bahan sesuai dengan ketentuan SNI (Standar Nasional Indonesia).

- Kadar Air



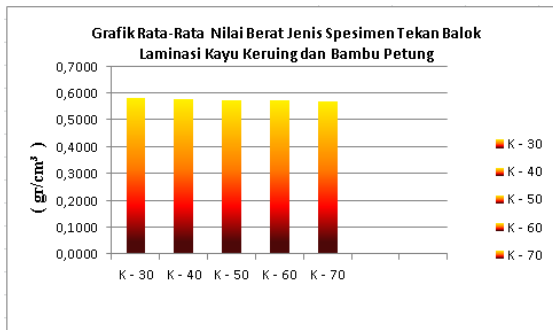
Gambar 4.1 Alat uji kadar air

Melalui proses pengeringan menggunakan oven buatan dengan suhu berkisar 50 °C - 60° C selama 3 hari didapatkan bilah kayu dan bambu mencapai kekeringan 10 %. Nilai ini diketahui setelah pengujian menggunakan alat.

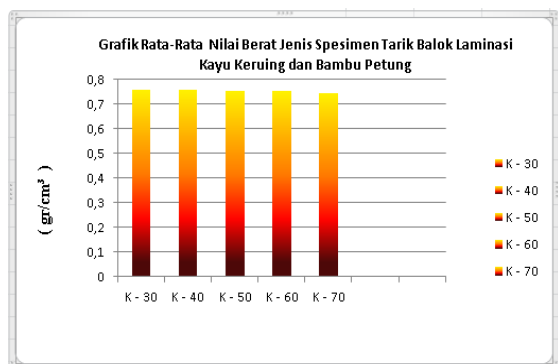
- Berat Jenis

Pada Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu menetapkan standart Kelas kapal kayu 0.60 gr/cm³ – 0.90 gr/cm³ masuk dalam Kelas Kuat II.

Sedangkan Priyanto (1996:46) menyebutkan untuk kerapatan kayu antara $0.55 \text{ gr/cm}^3 - 0.72 \text{ gr/cm}^3$, digolongkan kedalam kayu berat. Menurut (PKKI-1961), kerapatan bambu petung ini dapat diklasifikasikan kedalam kelas kuat II dengan nilai kerapatan antara $0.60 \text{ gr/cm}^3 - 0.90 \text{ gr/cm}^3$.



Gambar 4.2 Diagram Rata-rata Berat Jenis Spesimen Tekan



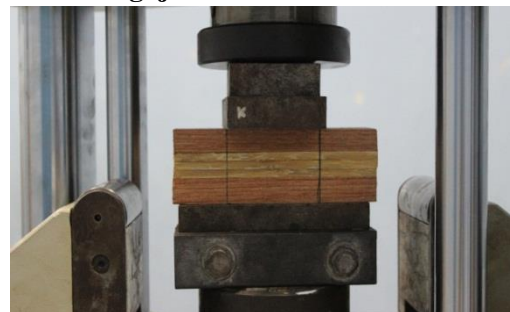
Gambar 4.3 Diagram Rata-rata Berat Jenis Spesimen Tarik

Pada Gambar 4.2 spesimen tekan dengan kode K-30 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,5840 \text{ gr/cm}^3$, untuk K-40 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,5787 \text{ gr/cm}^3$, untuk K-50 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,5760 \text{ gr/cm}^3$, untuk K-60 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,5752 \text{ gr/cm}^3$, untuk K-70 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,5707 \text{ gr/cm}^3$. Pada Gambar 4.3 spesimen tarik dengan kode K-30 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,7613 \text{ gr/cm}^3$, untuk K-40 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,7586 \text{ gr/cm}^3$, untuk K-50 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,7558 \text{ gr/cm}^3$, untuk K-60 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,7540 \text{ gr/cm}^3$, untuk K-70 diperoleh nilai rata - rata berat jenis sebesar $0,7488 \text{ gr/cm}^3$. Hal ini menunjukkan bahwasanya berat jenis pada laminasi kombinasi kayu keruing dengan bambu petung akibat perbedaan

persentase bahan memiliki berat jenis yang cenderung sama dikarenakan proses pengeringan kering udara.

2. Sifat Mekanik

• Pengujian Tekan



Gambar 4.4 Pengujian Tekan

Pengujian tekan ini dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 03-3958-1995 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium. Ukuran benda uji atau spesimen yang digunakan yakni panjang 150 mm, lebar 50 mm dan tebal 50 mm dengan jumlah 15 buah spesimen.

Tabel 4.1 Data Pengujian Tekan pada Balok Laminasi Bambu petung dengan Kayu Keruing.

No	Kode spesimen	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Gaya (kN) Spesimen rusak	Gaya (N) Spesimen rusak	Kuat Tekan (Mpa) Rata-rata (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)	Pergerakan loading nose (mm) Spesimen rusak
1	K 30-1	50	70	79,32	79320	22,66		15,26
2	K 30-2	50	70	83,39	83390	23,83	23,08	12,17
3	K 30-3	50	70	79,68	79680	22,77		11,75
1	K 40-1	50	70	89,25	89250	25,50		13,24
2	K 40-2	50	70	92,32	92320	26,38	25,93	12,66
3	K 40-3	50	70	90,66	90660	25,90		11,69
1	K 50-1	50	70	105,50	105500	30,14		12,15
2	K 50-2	50	70	108,35	108350	30,96	29,53	14,42
3	K 50-3	50	70	96,21	96210	27,49		11,16
1	K 60-1	50	70	100,53	100530	28,72		12,25
2	K 60-2	50	70	121,46	121460	34,70	30,74	15,43
3	K 60-3	50	70	100,80	100800	28,80		12,37
1	K 70-1	50	70	110,91	110910	31,69		15,77
2	K 70-2	50	70	120,13	120130	34,32	33,27	17,15
3	K 70-3	50	70	118,30	118300	33,80		11,54

Tampak dalam Tabel 4.1 Hasil kekuatan tekan rata-rata balok laminasi kayu keruing – bambu petung, spesimen dengan kode K-30 memiliki kekuatan tekan sebesar 23,08 Mpa, pada spesimen dengan kode K-40 sebesar 25,93 Mpa, pada spesimen dengan kode K-50 sebesar 29,53 Mpa, pada spesimen dengan kode K-60 sebesar 30,74 Mpa, pada spesimen dengan kode K-70 sebesar 33,27 Mpa, Hal ini menunjukkan bahwa didalam balok laminasi kayu keruing – bambu petung semakin besar presentase bambu petung akan menghasilkan kekuatan tekan yang maksimal.

• Pengujian Tarik



Gambar 4.5 Pengujian Tarik

Pengujian tarik adalah pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik “Universal Testing Machine”. Pengujian kuat Tarik ini dilakukan di Lab Bahan dan Konstruksi jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik rata – rata dari balok laminasi kombinasi Kayu keruing dengan bambu petung. Ukuran benda uji atau spesimen yang digunakan yakni panjang 460 mm, lebar 10 mm dan tebal 25 mm dengan jumlah 15 buah spesimen.

Tabel 4.2 Data Pengujian Tarik pada Balok Laminasi Kayu Keruing dengan Bambu Petung

Variasi Laminasi	Spesimen	P_{max} (N)	σ_{max} (Mpa)	$\sigma_{Rata-rata}$ (Mpa)	Δl (mm)	ϵ	$E_{Rata-rata}$ (MPa)	$E_{Rata-Rata}$ (MPa)
K - 30	1	4800,00	96,00		6,5	0,065		
	2	6050,00	121,00	119,33	7,8	0,078	0,0752	1586,88
	3	7050,00	141,00		8,3	0,083		
K - 40	1	6090,00	121,80		11,3	0,113		
	2	7310,00	146,20	125,13	11,0	0,110	0,1127	1110,65
	3	5370,00	107,40		11,5	0,115		
K - 50	1	5890,00	117,80		15,3	0,153		
	2	6720,00	134,40	132,53	15,0	0,150	0,1527	868,12
	3	7270,00	145,40		15,5	0,155		
K - 60	1	6730,00	134,60		29,5	0,295		
	2	7390,00	147,80	143,40	29,8	0,298	0,2945	486,87
	3	7390,00	147,80		29,0	0,290		
K - 70	1	7240,00	144,80		29,5	0,295		
	2	6750,00	135,00	145,00	29,7	0,297	0,2984	485,92
	3	7760,00	155,20		30,3	0,303		

Tampak dalam Tabel 4.2 Hasil kekuatan tarik rata-rata balok laminasi kayu keruing – bambu petung, spesimen dengan kode K-30 memiliki kekuatan tarik sebesar 119,23 Mpa, pada spesimen dengan kode K-40 sebesar 125,13 Mpa, pada spesimen dengan kode K-50 sebesar 132,53 Mpa, pada spesimen dengan kode K-60 sebesar 143,40 Mpa, pada spesimen dengan kode K-70 sebesar 145,00 Mpa, Hal ini menunjukkan bahwa didalam balok laminasi kayu keruing – bambu petung semakin besar presentase bambu petung akan menghasilkan kekuatan tarik yang maksimal.

Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian sebelumnya

Tabel 4.3 Perbandingan pengujian dengan penelitian sebelumnya

No	Kode Spesimen	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Gaya (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan rata-rata
1,00	K70-1	50,00	70,00	110,91	31,69	
2,00	K70-2	50,00	70,00	120,13	34,32	33,27
3,00	K70-3	50,00	70,00	118,30	33,80	
4,00	KK-01	50,00	70,00	63,55	18,16	
5,00	KK-02	50,00	70,00	63,79	18,23	18,19
6,00	KK-03	50,00	70,00	63,61	12,17	
7,00	BP-01	50,00	70,00	158,26	45,22	
8,00	BP-02	50,00	70,00	159,86	45,67	45,33
9,00	BP-03	50,00	70,00	157,88	45,11	

Perbandingan Hasil Pengujian Dengan Syarat Bahan Kapal Kayu Dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI)

Menurut BKI dalam Buku Peraturan Klasifikasi Dan Konstruksi Kapal Laut (Kapal Kayu) dijelaskan bahwa untuk konstruksi yang penting dalam kapal kayu harus menggunakan kayu dengan mutu minimum Kelas Kuat II Dan Kelas Awet II. Dan untuk kayu lapis harus direkat dengan lem yang disetujui, tahan air serta telah diuji dan distempel oleh BKI, atau dibuat sesuai standar yang diakui dan harus mempunyai kuat tarik minimum 430 kg/cm² pada arah memanjang dan 320 kg/cm² pada arah melintang.[2]

Tabel 4.4 Klasifikasi Kelas Kuat Kayu berdasarkan Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu 1996

Kelas kuat	Berat jenis kering udara	Keteguhan Lengkung Maksimum/MOR	Kekuatan Tekan Sejajar
			Dalam MPa
I	$\geq 0,90$	$\geq 107,87$	$\geq 63,74$
II	0,90 – 0,60	107,87 – 71,10	63,74 – 41,68
III	0,60 – 0,40	71,10 – 49,03	41,68 – 29,42
IV	0,40 – 0,30	49,03 – 35,30	29,42 – 21,08
V	$\leq 0,30$	$\leq 35,30$	$\leq 21,08$

Untuk membuat komponen – komponen pada kapal kayu secara umum dapat menggunakan kayu seperti kayu Rengas. Maka Biro Klasifikasi Indonesia menetapkan bahan tersebut minimum harus termasuk Kelas Kuat II dan Kelas Awet II. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap laminasi kayu keruing dengan bambu petung kombinasi dengan perbedaan persentase bahan untuk pengujian Tekan memiliki berat jenis akibat perbedaan persentase bahan berkisar antara rata – rata 0,5840 gr/cm³ – 0,5700 gr/cm³. Sedangkan hasil pengujian tarik memiliki berat jenis rata-rata diantara 0,7613 gr/cm³ – 0,7488 gr/cm³.

Tabel 4.5 Daftar konstruksi dibawah air dan jenis kayu yang digunakan

No	KONSTRUKSI	JENIS KAYU	MASSA JENIS	KELAS	
				AWET	KUAT
1	Lunas	AMPUPU	0,89	II-III	II
2	Linggi haluan	BALAM, nyatoh	1,04	I	I
3	Linggi buritan		0,98	II (I-II)	II
4	Wrang	BEDARU, daru-daru	1,04	III	I-II
5	Gading - gading	BALENGAN, kaw	0,86	I	I-II
6	Balok buritan	BERUMBUNG	0,85	I	I-II
7	Tutup isi geladak	BITANGUR, nyamplunç	0,78	I-II	II-III

Tabel 4.6 Daftar konstruksi bangunan lainnya

No	KONSTRUKSI	JENIS KAYU	MASSA JENIS	KELAS	
				AWET	KUAT
1	Lunas	Meranti Bato	0,55	II-IV	II-IV
		Meranti Merah	0,55	III-IV	II-IV
2	Linggi haluan	SUBIAN, surea	0,5	III-IV	III-IV
		PASANG, paning-paning	0,58	III-IV	III-IV

Berdasarkan peraturan BKI 1996 Vol. VI tentang kapal kayu laminasi kayu keruing dengan bambu petung akibat perbedaan persentase bahan masuk kedalam Kelas Kuat III.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa dari penelitian ini, yang mengacu kepada hasil eksperimen dengan hasil pengujian tarik dan pengujian tekan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata kuat tekan yang dihasilkan dari 23,08 Mpa- 33,27 Mpa. Nilai rata-rata tertinggi pada spesimen dengan kode K-70 sebesar 33,27 Mpa.
2. Nilai rata-rata kuat tarik yang dihasilkan dari 119,23 Mpa-145,00 Mpa. Nilai rata-rata tertinggi pada spesimen dengan kode K-70 sebesar 145,00 Mpa
3. Dari hasil pengujian yang dilakukan bahwa pengaruh persentase variasi lamina antara kayu keruing dengan bambu petung mempengaruhi besar kecilnya kekuatan mekanik sebuah balok laminasi.
4. Setelah membandingkan pada penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa kadar air juga merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi besar-kecilnya nilai mekanik bahan.
5. Nilai rata-rata kuat tekan dihasilkan berkisar 23,08 Mpa- 33,27 Mpa. Dalam penelitian ini tergolong ke dalam kelas kuat III sesuai Kelas Kuat Kayu Biro Klasifikasi Indonesia Kapal Kayu. Rata-rata berat jenis yang dihasilkan pada pengujian tekan sebesar 0,5707 gr/cm³.

Saran

Penelitian yang disusun penulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan peralatan, dana, dan waktu, sehingga untuk penelitian. Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (future research) antara lain :

1. Adanya penelitian untuk menganalisa secara teknik bambu laminasi untuk mendapatkan kekuatan tarik dan kekuatan tekan dengan dimensi dan susunan yang sama tetapi menggunakan perekat selain perekat PVAc.
2. Untuk pembuatan spesimen uji ini masih dilakukan secara hand made yang sangat bergantung pada kemampuan pekerja dan peralatan yang sederhana. Disarankan untuk pembuatan spesimen uji sebaiknya dilakukan oleh orang yang sudah ahli dibidang laminasi bambu dan dengan peralatan yang lebih modern sehingga diperoleh spesimen uji yang benar – benar baik.
3. Pada penelitian ini hanya mengkaji orientasi pengaruh persentase bahan lamina, sehingga disarankan pada penelitian selanjutnya agar memperhitungkan mengenai variasi kadar air, tekanan kempa dan lama waktu pengempaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurachman, Hadjib N. 2005. Kekuatan dan kekakuan balok lamina dari dua jenis kayu kurang dikenal. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. 2 (1) : 16-24. Bogor.
- [2] ASTM D 143-94 (reapproved 2000)
- [3] Biro Klasifikasi Indonesia, 1996. Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Peraturan Kapal Kayu, Bina Hati. Jakarta.
- [4] Gusti Made Oka dalam “MEKTEK” TAHUN VI NO. 18 JANUARI 2005
- [5] Iskandar Yasin, 2003, Pengaruh Lamina Bambu terhadap Kuat Lentur Balok Laminasi Keruing-Sengon, Thesis S-2, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [6] Janssen, J.J.A, 1981, Bamboo in Building Structures, Ph.D. Thesis, University of Technology og Eindhoven, Netherland
- [7] Lorentius Harsi Suryawan & F. Eddy poerwodihardjo. 2007. SIFAT-SIFAT FISIKA DAN MEKANIKA KAYU KERUING – SENGON.
- [8] Martawijaya, A. dan I. Kartasujana, 1997, Ciri Umum, Sifat dan Kegunaan Jenis-jenis

Kayu Indonesia, Lembaga Penelitian Hasil Huta, Bogor.

- [9] Morisco, 1999, Rekayasa Bambu, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- [10] Prayitno, T.A., 1996. Perekatan Kayu, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [11] Prayitno, T.A., 1995, Pengujian Sifat Fisika dan Mekanik Kayu menurut ISO, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [12] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1995. Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium, SNI 03-3958-1995, Indonesia.
- [13] Standar Nasional Indonesia (SNI), 1994. Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium, SNI 03-3399-1994, Indonesia.
- [14] Suryana, Jajang. 2011. Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis Vol. 9.
- [15] Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, 1961, Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-15 PPKI-1961, Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.