

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

www.itk.ac.id

2.1 Kapal Kayu

Kapal adalah sarana transportasi air yang memiliki bentuk serta jenis tertentu dan digerakkan oleh tenaga angin, tenaga manusia, mesin, atau sumber energi lainnya. Kapal termasuk dalam kendaraan dengan memiliki daya dukung dinamis, digunakan sebagai kendaraan bawah air, serta berfungsi sebagai bangunan terapung yang mampu berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Berdasarkan bahan pembuatannya, salah satu jenis kapal adalah kapal kayu. Kapal kayu adalah kapal tradisional yang dibuat dari batang pohon yang ditebang, di mana seluruh struktur kapal tersusun dari bahan kayu. Jenis kayu yang umum digunakan antara lain kayu Sena, Merbau, Jati, Ulin, atau jenis kayu lainnya yang memenuhi kriteria khusus untuk pembuatan kapal. Kayu tersebut harus berkualitas baik, tidak memiliki cacat seperti retak atau pecah, tidak berlubang pada bagian lingkaran tahun, serta harus tahan terhadap air, perubahan cuaca, serangan jamur dan serangga, tidak mudah dimakan tiram, dan tidak gampang melengkung. Kapal kayu masih menjadi salah satu moda transportasi tradisional yang digunakan oleh masyarakat Indonesia hingga kini, baik untuk keperluan transportasi, perdagangan, maupun sebagai sarana wisata. (Wijaya dkk., 2017).



Gambar 2. 1 Kapal Kayu

Dengan meningkatnya permintaan kayu sebagai bahan utama pembuatan kapal, ketersediaan kayu semakin menipis. Dalam industri pembuatan kapal kayu, kayu yang dibutuhkan saat ini menjadi sangat mahal dan sulit diperoleh. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bahan kayu komposit sebagai alternatif untuk mengatasi kelangkaan bahan baku kayu sekaligus mengurangi

biaya produksi, tanpa mengorbankan kekuatan dan daya tahan kayu. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah teknik laminasi. Laminasi merupakan metode yang efektif untuk menghasilkan produk kayu dengan struktur dan sifat mekanik yang lebih kuat dan tahan lama. Contoh penerapan teknik ini adalah laminasi menggunakan bambu.. (Arrahman dkk., 2017).

Pemanfaatan bambu hingga kini masih tergolong belum optimal, meskipun berbagai Hasil penelitian menunjukkan bahwa bambu memiliki kekuatan dan keunggulan yang dapat bersaing dengan material lainnya. Berdasarkan pengujian laboratorium, bambu terbukti memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi, bahkan mendekati kekuatan tarik baja struktural. Selain itu, bentuk bambu yang menyerupai tabung memberikan momen inersia yang besar, namun tetap mempertahankan bobot yang ringan. (Wijaya dkk., 2017).



Gambar 2. 2 Kapal Kayu Laminasi Bambu

2.2 Komposit

Perkembangan Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang industri saat ini mendorong meningkatnya kebutuhan akan material untuk berbagai produk. Resin komposit mulai banyak digunakan sebagai bahan pengisi atau restoratif karena memiliki sifat tahan terhadap pelarutan, penampilan yang estetik, serta daya tahan yang baik. Penggunaan resin komposit ini mulai dikenal sejak akhir tahun 1940-an hingga awal 1950-an, bahan tersebut hanya dapat memenuhi sebagai persyaratan dari bahan restorasi yang estetik dan tahan lama untuk gigi anterior. Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari dua atau lebih material pembentuknya yang dikombinasi melalui campuran yang tidak

Meskipun material penyusun komposit memiliki sifat mekanik yang berbeda dan tidak homogen, penggabungan keduanya akan menghasilkan material baru dengan karakteristik serta sifat mekanik yang berbeda dari masing-masing komponennya. Oleh karena itu, kekuatan dari material komposit sangat dipengaruhi oleh sifat material penyusunnya. Dalam era modern saat ini, penggunaan material komposit terus mengalami perkembangan pesat, terutama dalam industri manufaktur. Salah satu contohnya adalah sektor otomotif, yang telah secara luas mengaplikasikan komposit berbasis polimer dalam pembuatan berbagai komponen kendaraan. (Damaru Et. al., 2021)

2.3 Balok Laminasi dengan Bambu

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan material laminasi yang merupakan perpaduan antara bambu dan kayu meranti saat dikenai beban tekan, guna menilai kelayakannya sebagai komponen kapal sesuai dengan standar kekuatan mekanis yang ditetapkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia). Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi dampak dari variasi komposisi kedua material tersebut terhadap kekuatan laminasi sebagai alternatif bahan dalam konstruksi lambung kapal.

Bambu laminasi merupakan salah satu alternatif pengganti kayu yang saat ini mulai banyak dipertimbangkan. Hal ini disebabkan oleh berbagai keunggulan yang dimiliki bambu, seperti sifat mekanis yang baik, bobot yang ringan, struktur dinding yang tebal dan kokoh, serta kemudahan dalam proses pengolahan dan penanganannya. Selain itu, bambu dapat diperoleh dengan mudah serta memiliki harga yang cukup ekonomis dan terjangkau merupakan tanaman yang cepat tumbuh, sehingga bisa dimanfaatkan dalam waktu 3 sampai 6 tahun. Dalam bidang konstruksi, bambu sering digunakan sebagai tiang, balok, atau perancah. Contohnya, bambu betung memiliki diameter antara 12 hingga 15 cm, ketebalan dinding sekitar 2 cm, dan jarak antar ruas mencapai 60 cm. Bambu jenis ini banyak ditemukan di wilayah tropis. Dari segi kekuatan, bambu memiliki kekuatan tarik dua kali lipat dibanding kayu, serta kuat tekan yang 10% lebih tinggi dibanding kayu. (Akhmad Basuki Widodo, 2022).



Gambar 2. 3 Balok Laminasi Bambu

2.4 Bambu

Bambu atau Backer ex Heyne merupakan jenis bambu yang memiliki rumpun padat dan mampu tumbuh hingga mencapai tinggi 20–30 meter. Batang bambu ini memiliki bulu tebal, dengan dinding setebal 11 hingga 36 mm, diameter batang berkisar antara 8 hingga 20 cm, dan berwarna coklat. Bambu petung umum dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti bahan bangunan, pembuatan perahu, peralatan rumah tangga, saluran air, serta sebagai bahan dinding (gedeg). Spesimen bambu petung yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Yogyakarta, dengan umur panen antara 4 hingga 5 tahun. Pada proses pembuatan spesimen, bagian batang yang digunakan adalah dari pangkal hingga tengah, dengan mengambil bagian daging bambunya. Teknologi laminasi bambu dilakukan dengan cara menyatukan potongan bahan menggunakan perekat, di mana potongan-potongan kecil disusun dan direkatkan menjadi komponen sesuai kebutuhan. Teknik laminasi ini juga memungkinkan penggabungan material dengan kualitas yang berbeda atau tidak seragam. (Khotimah dkk., 2014).



Gambar 2. 4 Bambu

www.itk.ac.id

2.5 Kayu Meranti

Bungur (*Lagerstromia speciosa*) Bungur memiliki bunga yang lebat dengan warna keunguan yang mencolok, sehingga langsung menarik perhatian saat pertama kali dilihat. Pohon ini juga memiliki ciri khas berupa batang bulat berwarna cokelat, daun tunggal dengan tangkai pendek, serta buah yang unik dan mudah dikenali. Tanaman bungur dikenal luas di berbagai daerah, seperti oleh masyarakat Melayu, Sunda, dan Kalimantan, dengan nama yang sama, karena kemampuannya tumbuh di berbagai kondisi tanah, baik yang gersang maupun subur. Diameter batang pohon bungur bisa mencapai 150 cm, dengan tinggi umum berkisar antara 25 hingga 30 meter dan diameter 60–80 cm (Rahma dkk., 2021). Gambar papan kayu bungur ditampilkan pada Gambar 2.2, dan rincian spesifikasi kayunya dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2. 5 Kayu Meranti

Tabel 2. 1 Spesifikasi Kayu Meranti

1	Nama Latin	Lagerstromia Speciosa
2	Kelas	
	A: Awet	II-III
	B: Kuat	I-II
3	Berat Jenis kering udara	
	A: Min	0,62
	B: Mas	1,01
	C: Rata-Rata	0,80
4	Pemakaian	Rangka-Rangka, Gading, Gelar, Kulit, Papan, Geladak

5	Tempat Tumbuh	Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara
---	---------------	---

(Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia, 1996)

2.6 Tegangan

Tegangan merupakan sifat suatu material dalam menahan gaya atau beban yang diberikan kepadanya. Tegangan diukur sebagai gaya yang bekerja per satuan luas permukaan. Tegangan normal merupakan jenis tegangan yang bekerja secara tegak lurus terhadap permukaan tempat gaya diterapkan, dan dapat berupa gaya tarik maupun gaya tekan. Dalam Sistem Internasional (SI), satuan tegangan normal adalah Newton per meter persegi (N/m²) atau Pascal (Pa). Tegangan ini muncul akibat adanya gaya-gaya seperti tarik, tekan, geser, yang dapat menyebabkan material tertarik, terdorong, berputar, terpotong, atau berubah bentuk. Umumnya, perubahan bentuk yang terjadi sangat kecil dan perlu diuji menggunakan alat uji khusus. Secara umum, tegangan dapat didefinisikan sebagai besar gaya yang dibagi dengan luas penampang tempat gaya tersebut bekerja. Rumus untuk menghitung tegangan pada penampang bahan adalah sebagai berikut:::

$$\sigma \equiv \frac{3Fl}{2bd^4}$$

Dimana :

σ = Tegangan atau gaya per satuan luas (N/m²)

F = Beban (Newton)

L = Panjang (mm)

B = Tinggi (mm)

D = Tebal (mm)

2.7 Defleksi

Defleksi merupakan perubahan bentuk atau lendutan yang terjadi pada balok atau benda uji akibat adanya beban vertikal yang diberikan. Perubahan bentuk (deformasi) ini dapat dijelaskan secara sederhana melalui pergeseran posisi balok dari keadaan awal sebelum diberi beban. Defleksi diukur dari posisi awal garis netral hingga posisi garis netral setelah mengalami deformasi. Bentuk lengkung yang diasumsikan terbentuk oleh garis netral akibat deformasi ini dikenal sebagai kurva elastis balok. (Yeremia M. Sianturi, 2020).

Jenis beban seperti ini muncul akibat pengaruh gaya gravitasi, seperti berat

www.itk.ac.id



www.itk.ac.id

benda itu sendiri, beban hidup vertikal, beban dari alat berat seperti crane, dan sebagainya. Ketika suatu batang berada di bawah pengaruh gaya tersebut, posisi awal sumbunya akan mengalami perubahan. Akibatnya, batang atau balok yang mendapat beban melintang, baik berupa beban terpusat maupun beban merata, akan mengalami lendutan atau defleksi. (Pernando Anju, 2021).

$$\Delta \equiv \frac{PL^3}{48EI}$$

Dimana :

Δ = Defleksi

P = Beban

L = Panjang Spesimen

E = Modulus Elastis

I = Modulus Inersia

2.8 Uji Bending

Uji bending adalah salah satu metode pengujian yang digunakan untuk menilai kualitas atau mutu suatu material secara visual. Pada proses ini, beban diberikan menggunakan mandrel atau alat pendorong dengan ukuran tertentu untuk membengkokkan bagian tengah spesimen yang ditopang oleh dua penyangga dengan jarak yang telah ditetapkan. Selama pengujian, Material mengalami deformasi karena adanya dua gaya yang bekerja secara berlawanan, di mana kedua gaya tersebut menghasilkan tekanan yang saling berinteraksi. Alat uji bending yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.6

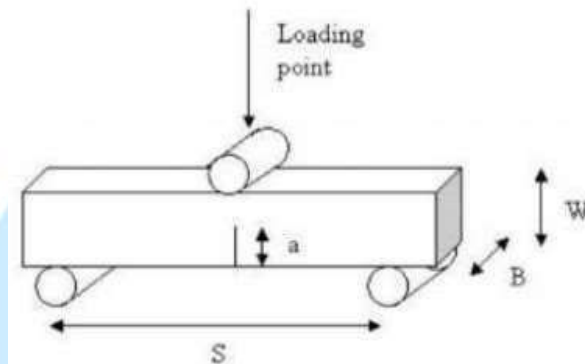


berikut ini.

Gambar 2. 6 Mesin uji Bending

Uji twisting adalah suatu proses pengujian fabric dengan cara di bowing untuk mendapatkan hasil berupa information tentang kekuatan lengkung (twisting) suatu fabric yang di uji. Proses pengujian bowing memiliki 2 macam

pengujian, yaitu 3 point twisting dan 4 point twisting. Gambar 2. berikut ini merupakan ilustrasi uji bowing 3 titik (3 point twisting).



Gambar 2. 7 Contoh Uji Bending

2.9 Standar Kayu menurut BKI

Tingkat kelas awet (KA) kayu merupakan klasifikasi yang didasarkan pada ketahanan kayu terhadap serangan jamur, rayap, serta organisme perusak lainnya. Penetapan kategori kelas awet ini mengacu pada standar BKI tahun 1996 dan dapat dilihat pada Tabel 2.2. Untuk konstruksi yang bersifat vital, kayu yang digunakan harus memiliki minimal kelas kuat III. Berdasarkan ketentuan dari BKI, beberapa komponen penting kapal seperti lunas, linggi haluan, linggi buritan, wrang, gading-gading, balok buritan, dan penutup sisi geladak wajib menggunakan jenis kayu dengan berat jenis paling sedikit 0,7 ton/m³. Sementara itu, kayu yang digunakan untuk gading lapis harus memiliki berat jenis minimum 0,65 ton/m³, dan untuk bagian geladak maupun galar, diperbolehkan menggunakan kayu dengan berat jenis minimal 0,45 ton/m³. Rincian mengenai klasifikasi kelas awet kayu ditampilkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kelas Awet Kayu

No	Keadaan	Kelas Awet				
		I	II	III	IV	V

	Selalu berhubungan					
1.	dengan tanah lembab	8 Tahun	5 Tahun	3 Tahun	Sangat Pendek	Sangat Pendek
2.	Hanya terbuka terhadap angin dan iklim, tetapi dilindungi terhadap pemsukkan air dan kelelasan	20 Tahun	15 Tahun	10 Tahun	Beberapa Tahun	Sangat Pendek
3.	Dibawah atap, tapi tidak berhubungan dengan tanah lembab dan dilindungi terhadap kelelasan	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Sangat Lama	Beberapa Tahun	Pendek
4.	Seperti point 3 diatas, tetapi dipelihara dengan baik, selalu dicat dan sebagainya	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Tak Terbatas	20 Tahun	20 Tahun
5.	Serangan oleh rayap	Tidak	Jarang	Agak Cepat	Sangat Cepat	Sangat Cepat
6.	Serangan oleh bubuk kayu kering	Tidak	Tidak	Hampir Tidak	Tak Seberapa	Sangat Cepat

(Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia 1996)

Kelas kuat (KK) kayu merupakan sistem klasifikasi yang didasarkan pada nilai berat jenis (BJ) kayu. Semakin besar nilai berat jenis kayu, maka semakin tinggi pula kekuatan lentur serta ketahanan terhadap beban tekan. Bambu yang tergolong dalam kelas kuat I memiliki kekuatan lentur dan tekan yang paling tinggi, sedangkan kayu yang masuk dalam kelas kuat V menunjukkan kekuatan lentur dan tekan yang paling rendah. Rincian lebih lanjut mengenai klasifikasi ini dapat dilihat pada Tabel 2.3 Kelas Kuat Kayu.

Tabel 2. 3 Kelas Kuat Kayu

Kelas Kuat	Berat Jenis	Keteguhan Lentur maksimum (kg/cm ²)	Keteguhan tekan maksimum (kg/cm ²)
------------	-------------	---	--

I	Lebih dari 0.90	Lebih dari 1100	Lebih dari 650
II	0.60 - 0.90	725-1100	425 - 650
III	0.40 - 0.60	500 - 725	300 - 425
IV	0.30 - 0.40	360 - 500	215 - 300
V	Kurang dari 0.30	Kurang dari 360	Kurang dari 215

(Sumber: Biro Klasifikasi Indonesia 1996)

2.10 Pembebanan

1. Dalam ilmu fisika, pembebanan diartikan sebagai gaya dorong atau gaya tarik yang bekerja pada titik tertentu pada suatu struktur. Beban ini dapat menimbulkan tegangan, deformasi, serta perpindahan pada struktur tersebut. Dalam penelitian disebutkan bahwa jenis beban yang dapat menyebabkan kelelahan pada struktur adalah beban yang bersifat siklik, yang terdiri dari beberapa kategori berikut: Beban siklik frekuensi rendah (quasi-statis) yang ditimbulkan oleh eksistensi gelombang dengan jumlah sekitar $10^7 - 10^8$ kali selama operasi struktur (25 tahun).
2. .Beban siklik frekuensi tinggi (dinamis) yang dapat diklasifikasikan menjadi beban transient (slamming, wave slapping, hull whipping) dan steady (mesin, baling- baling, hull springing) dengan jumlah sekitar 10^6 kali selama umur operasi struktur (25 tahun).
3. Beban siklik dengan frekuensi rendah (quasi-statis), diakibatkan oleh keberadaan gelombang, yang dapat terjadi sekitar 10^7 hingga 10^8 kali selama masa operasi struktur selama 25 tahun.
4. Beban siklik karena gradien panas tak beraturan akibat cuaca dan temperatur muatan dengan jumlah sekitar 7000 kali selama umur operasi struktur (25 tahun).

2.11 Safety Factor atau Tegangan Ijin Kayu

Faktor keamanan (Safety Factor) adalah ukuran yang menunjukkan seberapa kuat suatu bahan teknik dalam menahan beban eksternal, baik beban

tekan maupun tarik. Beban maksimal yang dapat ditahan bahan sebelum mengalami kerusakan atau patah disebut beban ultimate (beban akhir). Dengan membagi beban ultimate tersebut dengan luas penampang bahan, diperoleh nilai kekuatan ultimate atau tegangan ultimate dari bahan yang diuji. Dalam perancangan struktur, tingkat tegangan yang diizinkan (allowable stress) biasanya dibuat lebih rendah dari tegangan ultimate yang didapat dari pengujian statis, untuk menjaga keamanan dan keandalan struktur. (Asis Mukhsin dkk, 2016)

2.12 Peneliti Terdahulu

Adapun peneliti terdahulu yang dijadikan referensi dan acuan penulis dalam pengerjaan penelitian ini ditunjukkan pada tabel berikut 2.4 berikut:

Tabel 2. 4 Peneliti Terdahulu

No	Nama, Judul dan Tahun Publikasi	Hasil
1.	Prasetyo Nugroho, Parlindungan Manik Berlian Arswendo, Analisa Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Pada Balok Laminasi Kayu Meranti Merah dan Bambu Petung Untuk Komponen Kapal Kayu, 2017.	Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai rata-rata kuat tarik yang didapatkan bervariasi antara 101,00 MPa hingga 168,27 MPa. Dari rentang ini, nilai rata-rata kuat tarik tertinggi tercatat pada sampel dengan kode T.7.3. Temuan keseluruhan dari pengujian ini mengindikasikan bahwa komposisi atau persentase variasi dalam laminasi antara bambu petung dan kayu meranti merah secara langsung memengaruhi tingkat kekuatan mekanik pada balok laminasi yang dihasilkan.
2.	Faisal Sukardi, Awal Syahrani, Anjar Asmara, Analisis sifat kuat tarik dan tekan kayu malapoga yang di rendam dengan air kondensasi, 2018.	Perendaman dengan variasi perendaman 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu, dan 10 minggu memberikan perbandingan sifat kuat tarik kayu malapoga dibandingkan dengan raw material. Pada kayu malapoga yang mengalami perendaman 2 minggu nilai kuat tariknya yaitu 57,620 MPa, sedangkan raw material yaitu 56,040 MPa, memberikan peningkatan nilai kuat tarik yaitu 1,71% pada kayu malapoga yang mengalami perendaman 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu, dan 10 minggu memiliki nilai kuat

tarik masing-masing sebesar
7,300 MPa, 58,160 MPa,

58,560 MPa, dan 59,520 MPa.
Peningkatan nilai kuat tarik pada variasi

www.itk.ac.id



www.itk.ac.id

perendaman, dengan perendaman 4 minggu peningkatannya mencapai 2,19%, perendaman 6 minggu peningkatannya mencapai 3,64%, perendaman 8 minggu peningkatan mencapai 4,30%, dan untuk perendaman 10 minggu dengan peningkatan sebesar 5,84% dari raw material. Sedangkan untuk nilai elastisitas tarik kayu malapoga dengan tanpa perendaman (raw material), 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu, 8 minggu, dan 10 minggu masing-masing sebesar 422, 473 MPa, 618,583 MPa, 657,335 MPa, 641,778 MPa, 601,229 MPa, 552,333 MPa.

