

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur dan teknologi permesinan menuntut penggunaan material yang tidak hanya memiliki kekuatan mekanik yang baik, tetapi juga ekonomis, mudah diperoleh, dan berkelanjutan. Salah satu mesin yang banyak digunakan dalam kegiatan manufaktur, bengkel kerja, laboratorium, maupun institusi pendidikan teknik adalah mesin bor duduk (bench drill press). Mesin ini digunakan untuk proses pengeboran dengan tingkat ketelitian yang tinggi dan mampu beroperasi secara kontinu. Agar mesin dapat bekerja secara stabil dan aman, diperlukan sistem penopang yang mampu mendistribusikan beban mesin secara merata ke permukaan meja kerja atau lantai penyangga. Kestabilan sistem penopang menjadi faktor penting karena berpengaruh terhadap akurasi proses pengeboran, keselamatan kerja, serta umur pakai mesin (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Salah satu komponen yang berperan dalam menjaga kestabilan mesin bor duduk adalah bantalan penopang mesin. Bantalan penopang berfungsi sebagai media penerus beban dari struktur mesin menuju permukaan penyangga sekaligus menjaga posisi mesin tetap stabil selama proses operasi berlangsung. Komponen ini menerima beban tekan yang berasal dari berat mesin dan beban tambahan selama penggunaan. Oleh karena itu, material yang digunakan sebagai bantalan penopang harus memiliki kemampuan menahan beban tekan yang baik agar tidak mengalami deformasi maupun kegagalan struktur yang dapat menurunkan performa dan kestabilan mesin (Budynas & Nisbett, 2020).

Beban yang diterima bantalan mesin terutama berupa beban tekan statis akibat berat mesin yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan material. Oleh karena itu, sifat mekanik yang paling relevan untuk dievaluasi adalah kuat tekan tegak lurus serat (*compression perpendicular to grain*). Pengujian pada penelitian ini mengacu pada

SNI 03-3958-1995 tentang metode pengujian sifat mekanik kayu, khususnya pengujian kuat tekan tegak lurus serat. Standar tersebut digunakan sebagai acuan karena menyediakan prosedur pengujian yang terstandarisasi sehingga hasil pengujian dapat diperoleh secara konsisten dan dapat dibandingkan dengan penelitian lainnya.

Dalam aplikasinya sebagai bantalan penopang mesin bor duduk (*bench drill press*), material yang digunakan harus mampu menahan beban tekan yang berasal dari berat mesin selama operasi. Mesin bor duduk skala laboratorium umumnya memiliki massa berkisar antara 25–70 kg, tergantung kapasitas dan spesifikasinya. Dengan asumsi massa mesin sebesar 66 kg, maka beban statis yang diterima bantalan dapat dihitung menggunakan persamaan gaya berat, yaitu ($F = m \cdot g$), di mana (m) adalah massa mesin dan (g) adalah percepatan gravitasi sebesar $9,81 \text{ m/s}^2$. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai beban sebesar 647,46 N (massa mesin 66 kg). Beban ini akan diteruskan ke permukaan bantalan penopang dan bekerja sebagai gaya tekan pada material. Oleh karena itu, kemampuan material dalam menahan beban tekan menjadi aspek penting yang harus dievaluasi untuk memastikan material mampu berfungsi secara aman dan stabil sebagai bantalan penopang mesin bor duduk.

Pada umumnya bantalan penopang mesin menggunakan material logam seperti baja atau besi cor karena memiliki kekuatan yang tinggi. Namun penggunaan material tersebut memerlukan biaya yang relatif besar, memiliki massa yang cukup tinggi, serta membutuhkan proses manufaktur yang lebih kompleks. Di sisi lain, penggunaan kayu solid sebagai material penopang masih menghadapi beberapa kendala, seperti ketidakseragaman sifat mekanik, keberadaan cacat alami berupa mata kayu dan retak, serta keterbatasan dimensi material yang tersedia. Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan material alternatif yang memiliki sifat mekanik memadai, ekonomis, dan mudah diperoleh untuk diaplikasikan sebagai bantalan penopang mesin (*Forest Products Laboratory, 2021*).

Indonesia memiliki potensi sumber daya kayu yang melimpah dan belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai material teknik. Dua di antaranya adalah kayu kelapa (*Cocos nucifera*) dan kayu karet (*Hevea brasiliensis*). Kayu kelapa memiliki karakteristik densitas dan kekuatan tekan yang relatif tinggi terutama pada bagian luar batang sehingga berpotensi digunakan sebagai material struktural ringan. Namun demikian, distribusi serat dan densitas yang tidak seragam menyebabkan sifat mekanik kayu kelapa bervariasi pada setiap bagian batang. Penelitian menunjukkan bahwa perbedaan densitas pada batang kayu kelapa berpengaruh langsung terhadap nilai kekuatan mekaniknya, sehingga diperlukan rekayasa material untuk memperoleh sifat yang lebih homogen dan stabil (Rangkang, 2016; Liao et al., 2020).

Sementara itu, kayu karet merupakan hasil samping perkebunan yang memiliki ketersediaan melimpah setelah melewati masa produktif sebagai penghasil lateks. Kayu karet memiliki sifat fisik dan mekanik yang relatif stabil, mudah dikerjakan, serta telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku furnitur dan produk kayu rekayasa. Potensi ketersediaan yang tinggi dan karakteristik mekanik yang baik menjadikan kayu karet sebagai salah satu material yang layak dikembangkan untuk berbagai aplikasi teknik (Killmann & Hong, 2000; Teoh et al., 2011).

Kombinasi kayu kelapa dan kayu karet dipilih dalam penelitian ini karena kedua jenis kayu tersebut memiliki karakteristik yang saling melengkapi. Kayu kelapa memiliki kemampuan menahan beban yang relatif tinggi, sedangkan kayu karet memiliki sifat mekanik yang lebih seragam dan stabil. Melalui penggabungan kedua jenis kayu tersebut diharapkan dapat diperoleh material komposit berbasis kayu yang memiliki karakteristik mekanik lebih baik dibandingkan penggunaan masing-masing jenis kayu secara terpisah. Selain itu, pemanfaatan kedua jenis kayu ini juga dapat meningkatkan nilai tambah sumber daya lokal yang tersedia melimpah di Indonesia.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan keseragaman sifat mekanik kayu adalah teknologi laminasi. Kayu laminasi merupakan produk *engineered wood* yang dibuat dengan merekatkan beberapa

lapisan kayu menggunakan perekat sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang lebih stabil dibandingkan kayu solid. Teknologi laminasi mampu meningkatkan keseragaman sifat mekanik, mengurangi pengaruh cacat alami kayu, memperbaiki distribusi tegangan, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan material kayu yang tersedia. Oleh karena itu, kayu laminasi menjadi salah satu alternatif yang potensial untuk dikembangkan sebagai material teknik yang menerima beban tekan (Moody & Hernandez, 1997).

Meskipun spesimen yang digunakan merupakan kayu laminasi, pengujian sifat mekanik pada penelitian ini mengacu pada **SNI 03-3958-1995** yang mengatur metode pengujian kuat tekan kayu. Standar ini dipilih karena menyediakan prosedur pengujian yang jelas mengenai persiapan spesimen, pembebanan, serta perhitungan kuat tekan sehingga sesuai untuk mengevaluasi kemampuan kayu laminasi dalam menahan beban tekan tegak lurus serat pada skala laboratorium.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi sifat mekanik kayu laminasi dengan berbagai jenis kayu dan konfigurasi lapisan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi beberapa jenis kayu dalam satu struktur laminasi mampu menghasilkan karakteristik mekanik yang lebih baik dibandingkan penggunaan satu jenis kayu saja karena keunggulan masing-masing material dapat saling melengkapi (Wulandari & Amin, 2024). Penelitian mengenai struktur *cross laminated timber* (CLT) dari kombinasi kayu kelapa dan kayu karet juga menunjukkan adanya peningkatan kemampuan menahan beban tekan serta efisiensi penggunaan material dibandingkan material tunggal (Liao et al., 2020).

Meskipun berbagai penelitian mengenai kayu laminasi telah dilakukan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada aplikasi struktural bangunan, panel komposit, dan produk *engineered wood*. Kajian yang secara khusus membahas pemanfaatan kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet sebagai bantalan penopang mesin bor duduk (bench drill press) masih sangat terbatas. Selain itu, pengaruh variasi jumlah lapisan laminasi terhadap kemampuan material dalam menahan beban tekan pada aplikasi penopang mesin juga belum banyak dilaporkan.

Keterbatasan informasi tersebut menunjukkan adanya celah penelitian (research gap) yang perlu dikaji lebih lanjut guna mendukung pengembangan material kayu rekayasa untuk aplikasi teknik dan permesinan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh variasi jumlah lapisan pada kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet terhadap kuat tekan material serta menentukan konfigurasi laminasi yang paling sesuai untuk digunakan sebagai bantalan penopang mesin bor duduk (bench drill press). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan material kayu rekayasa sekaligus mendukung pemanfaatan sumber daya kayu lokal sebagai material alternatif yang kuat, ekonomis, dan berkelanjutan.

Selain mendukung pemanfaatan sumber daya lokal, penelitian ini penting dilakukan karena kebutuhan material alternatif pada komponen penopang mesin terus meningkat seiring berkembangnya industri manufaktur dan pendidikan teknik. Data mengenai perilaku mekanik kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet masih terbatas, khususnya pada aplikasi yang menerima beban tekan. Oleh karena itu, penelitian ini diperlukan untuk menyediakan data teknis yang dapat menjadi dasar pengembangan material penopang mesin berbasis kayu rekayasa.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dilakukan dan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi jumlah lapisan pada kayu laminasi kombinasi kayu kelapa (*Cocos nucifera*) dan kayu karet (*Hevea brasiliensis*) terhadap nilai kuat tekan tegak lurus serat material?
2. Variasi jumlah lapisan manakah yang menghasilkan karakteristik kuat tekan tegak lurus serat terbaik pada kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet?

3. Bagaimana potensi pemanfaatan kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet sebagai material bantalan penopang mesin bor duduk (bench drill press) berdasarkan hasil pengujian kuat tekan tegak lurus serat?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus pada tujuan yang ingin dicapai, maka diperlukan batasan masalah sebagai ruang lingkup kajian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Material yang digunakan dalam penelitian adalah kayu kelapa (*Cocos nucifera*) dan kayu karet (*Hevea brasiliensis*).
2. Perekat yang digunakan untuk proses laminasi adalah *Polyvinyl Acetate* (PVAc).
3. Variasi jumlah lapisan laminasi yang digunakan terdiri dari 3 lapisan, 5 lapisan, dan 7 lapisan, setiap variasi laminasi dibuat sebanyak 3 spesimen.
4. Pengujian yang dilakukan hanya terbatas pada pengujian kuat tekan tegak lurus serat.
5. Spesimen penelitian dibuat dan diuji menggunakan metode pengujian kuat tekan tegak lurus serat yang mengacu pada standar **SNI 03-3958-1995**.
6. Penelitian ini hanya mengkaji karakteristik teknis material berdasarkan kemampuan menahan beban tekan dan tidak melakukan pengujian langsung pada mesin bor duduk.
7. Analisis terhadap getaran, kelelahan material (fatigue), pengaruh lingkungan, dan umur pakai material tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian “Kajian Teknis Kayu Laminasi Untuk Bantalan Mesin Bor Duduk (Bench Drill Press)” adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi jumlah lapisan pada kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet terhadap nilai kuat tekan tegak lurus serat material.
2. Menentukan variasi jumlah lapisan yang menghasilkan nilai kuat tekan tegak lurus serat terbaik pada kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet.
3. Mengkaji potensi pemanfaatan kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet sebagai material bantalan penopang mesin bor duduk (bench drill press).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah informasi ilmiah mengenai karakteristik mekanik kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan material kayu rekayasa, khususnya kayu laminasi berbasis sumber daya lokal.
3. Memberikan data eksperimental mengenai pengaruh variasi jumlah lapisan terhadap kuat tekan tegak lurus serat kayu laminasi.
4. Memberikan informasi mengenai potensi penggunaan kayu laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu karet sebagai material alternatif bantalan penopang mesin bor duduk.
5. Menjadi bahan pertimbangan dalam pemanfaatan kayu kelapa dan kayu karet sebagai material teknik yang bernilai tambah.
6. Mendukung pengembangan material berbasis sumber daya lokal yang ekonomis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.
7. Memberikan informasi mengenai konfigurasi jumlah lapisan yang menghasilkan karakteristik kuat tekan tegak lurus serat terbaik untuk aplikasi penopang mesin.