

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bambu merupakan material alami yang tersedia melimpah di wilayah tropis dengan biaya produksi yang rendah (Bala *et al.*, 2023). Bambu banyak dimanfaatkan sebagai material alternatif untuk menggantikan kayu dalam upaya mengurangi dampak pemanasan global (Yasin, 2016). Keunggulan utama bambu adalah pertumbuhannya yang cepat dalam kurun waktu 3–5 tahun (Bala *et al.*, 2023), menjadikannya sebagai sumber daya yang dapat diperbarui secara berkesinambungan. Di Indonesia, terdapat 162 jenis bambu dengan produksi terbesar berada di Pulau Jawa (66.860 batang), diikuti oleh Sumatra (29.482 batang) dan Kepulauan Sunda Kecil (30.972 batang) (Nurakhmayani, 2023). Melimpahnya jumlah bambu ini menjadikannya pilihan material konstruksi berbiaya rendah yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat (Adhinata *et al.*, 2023).

Salah satu bentuk pemanfaatan bambu dalam konstruksi adalah bambu laminasi (Kelkar *et al.*, 2023). Proses laminasi terbukti dapat digunakan sebagai struktural luar ruangan karena kekuatannya yang ditingkatkan dan ketahanan cuaca yang luar biasa (Han *et al.*, 2025). Secara teknis, bambu laminasi merupakan produk rekayasa berbasis bambu yang memiliki nilai tambah, diproduksi dalam bentuk dan ukuran standar dengan karakteristik fisik dan mekanis yang telah ditingkatkan. Material ini dikenal memiliki sifat mekanis yang unggul, seperti kekuatan tekuk sebesar 103,4 MPa, modulus lentur 10.052 MPa, kekuatan tarik sejajar serat 110,6 MPa, kekuatan tekan aksial 56,8 MPa, dan kekuatan geser paralel 10,4 MPa (Zhang *et al.*, 2024).

Dalam proses laminasi bambu, bilah-bilah bambu disusun secara teratur dan direkatkan menggunakan perekat khusus untuk membentuk struktur yang utuh dan kuat. Namun, sistem perekat kayu memiliki tantangan teknis yang kompleks, terutama terkait kegagalan lokal seperti retak tidak seragam pada lapisan perekat (Sciomenta *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pemilihan jenis, jumlah, dan kerataan perekat harus diperhitungkan dengan cermat agar menghasilkan ikatan yang kuat dan merata (Hanif *et al.*, 2020). Terdapat jenis perekat yang umum digunakan untuk struktur bambu yaitu *melamine-urea-formaldehyde* (MUF), *polyurethane* (PU), dan

phenol-resorcinol-formaldehyde (PRF) (Sciomenta *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2023; Shukla *et al.*, 2022; Colic *et al.*, 2024), dengan ketebalan lapisan perekat berkisar antara 0,1 hingga 0,5 mm (Cen, 2023). Selain itu, viskositas perekat bervariasi tergantung metode aplikasinya, yakni di bawah 1.000 mPa.s untuk sistem penyemprotan dan antara 5.000 hingga 25.000 mPa.s untuk metode roll (Cai *et al.*, 2024).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada salah satu industri laminasi bambu di Yogyakarta, aplikasi perekat masih dilakukan secara manual dengan viskositas tinggi. Metode ini cenderung memerlukan waktu pengerjaan yang lebih lama serta berpotensi menimbulkan pemborosan akibat ketidakkonsistenan ketebalan serta kerataan perekat, sehingga proses produksi menjadi kurang efisien. Kendala utama dalam proses ini terletak pada keterbatasan peralatan dan teknologi yang tersedia

Untuk mengatasi permasalahan dalam proses laminasi, dikembangkan mesin *glue feeder*, yaitu sistem pengaplikasian perekat otomatis. Mesin ini meningkatkan kecepatan dan kerataan dengan memanfaatkan konveyor sabuk yang digerakkan motor listrik untuk mengangkat bilah bambu melewati nozel. Nozel ini mengombinasikan aliran perekat cair dan udara guna memastikan distribusi perekat merata. Dalam perancangannya, perlu diperhitungkan kekuatan rangka, kecepatan konveyor, serta karakteristik aliran fluida seperti viskositas dan tekanan agar aplikasi perekat lebih presisi. Inovasi ini diharapkan meningkatkan efisiensi, presisi, dan keberlanjutan proses laminasi bambu di industri konstruksi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka permasalahan utama dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

Bagaimana rancangan sistem pengeleman otomatis untuk bambu laminasi yang dapat mempercepat proses produksi dan persebaran perekat yang merata?

1.3. Hipotesis

Berdasarkan uraian latar belakang dan perumusan masalah yang telah dijelaskan, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan nozel mampu mendistribusikan perekat secara lebih terukur dan merata, sehingga kualitas hasil laminasi bambu dapat meningkat.

2. Sistem konveyor yang dilengkapi motor penggerak dan komponen elektrik pendukung otomatisasi dapat meningkatkan kecepatan produksi serta mengurangi biaya operasional dengan menekan kebutuhan tenaga kerja manual dalam proses perekatan.

1.4. Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengeleman otomatis guna mempercepat proses produksi dan mendistribusikan perekat yang merata.

1.5. Batasan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat digunakan untuk ukuran bambu panjang maksimal 3000 mm, lebar 30 mm, dan dengan ketebalan $8 \pm 0,5$ mm.
2. Viskositas perekat yang digunakan 60 - 120 mPa.s.

1.6. Manfaat

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
 - a. Memperdalam pemahaman tentang perancangan sistem otomatisasi dalam aplikasi perekat, khususnya dalam mekanika fluida, kontrol motor, dan analisis struktural.
 - b. Mengembangkan kemampuan analisis fluida melalui simulasi *Computational Fluid Dynamic* (CFD) guna memahami karakteristik aliran dan persebaran perekat.
 - c. Meningkatkan pemahaman terhadap analisis kekuatan struktur rangka melalui penerapan *Finite Element Analysis* (FEA).
2. Bagi Industri Laminasi Bambu
 - a. Mengurangi biaya operasional dan meningkatkan profitabilitas dengan pengeleman otomatis.
 - b. Mempercepat proses produksi dengan sistem perekat yang lebih merata dengan bantuan konveyor.
 - c. Meningkatkan daya saing produk di pasar dengan kualitas laminasi yang lebih baik.

1.7. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang tersusun secara sistematis, dengan setiap bab dibagi ke dalam beberapa sub-bab untuk memberikan penjelasan yang lebih rinci. Adapun sistematika penulisan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini menyajikan gambaran awal penelitian yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori yang diperoleh dari sumber literatur seperti jurnal, buku, dan internet, serta mencakup penelitian terdahulu yang mendukung dan menguatkan penelitian tugas akhir ini.

Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini berisi penjelasan diagram alir dan tahapan dari penelitian yang meliputi dari perencanaan desain dan perencanaan analisis hasil rancangan serta bahan dan alat penunjang penelitian.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas proses perancangan komponen hingga membentuk alat yang diinginkan, serta menyajikan analisis hasil pengujian yang telah dilakukan.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini menyajikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran untuk pengembangan riset di masa mendatang.