

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kayu sengon merupakan spesies kayu berpertumbuhan cepat dari *famili Fabaceae* yang telah dibudidayakan secara ekstensif di Indonesia. Pemanfaatan kayu ini meliputi produksi papan partikel, material laminasi, dan berbagai produk olahan kayu berkepadatan rendah, yang didukung oleh keunggulan rotasi tebang singkat dan produksi massal [1]. Secara sifat fisik, kayu sengon termasuk dalam kategori kayu ringan dengan nilai densitas yang relatif rendah. Kayu ini memiliki warna teras berkisar dari muda hingga coklat muda, bertekstur halus, serta memiliki arah serat yang relatif lurus sehingga memudahkan proses pengerjaan. Namun demikian, kayu sengon memiliki kerentanan tinggi terhadap kerusakan mekanis apabila tidak diberikan perlakuan tambahan [2]. Sifat mekanik kayu sengon menunjukkan nilai MOR (*modulus of rupture*) dan MOE (*modulus of elasticity*) yang relatif lebih rendah apabila dibandingkan dengan kayu keras tropis. Kondisi ini menjadi pertimbangan penting dalam penentuan aplikasi akhir produk dan memerlukan optimalisasi proses pengeringan serta penggunaan perekat atau bahan pelapis guna meningkatkan kualitas dan kinerja produk [3]. Komposisi kimia kayu sengon yang meliputi proporsi selulosa, hemiselulosa, lignin, dan kadar abu, serta variasinya yang dipengaruhi oleh posisi pada batang dan umur pohon, berpengaruh terhadap karakteristik pengeringan, stabilitas dimensi, dan potensi terjadinya cacat seperti retak dan kolaps. Oleh karena itu, informasi mengenai komposisi kimia menjadi esensial dalam perancangan siklus pengeringan yang optimal [4].

Dalam praktiknya, kombinasi antara densitas rendah, kadar air awal yang umumnya tinggi, dan sifat mekanik yang relatif rendah pada kayu sengon mengharuskan penerapan proses pengeringan terkontrol, seperti pengeringan bertahap, perlakuan pendahuluan (*pre-treatment*), atau penggunaan sistem pengering hibrida yang dilengkapi dengan pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT). Pendekatan ini bertujuan untuk meminimalkan cacat pengeringan, mengurangi konsumsi energi spesifik, dan meningkatkan kualitas produk akhir. Oleh karena itu, penetapan parameter pengeringan yang meliputi temperatur, kelembapan relatif, kecepatan aliran udara, dan laju penurunan kadar air harus didasarkan pada data sifat fisik, kimia, dan mekanik spesifik dari setiap lot kayu yang akan diproses [5].

Pengeringan kayu merupakan proses penurunan kadar air pada bahan lignoselulosa hingga mencapai tingkat ekuilibrium yang diharapkan, melalui pengendalian presisi terhadap suhu, kelembapan relatif, dan aliran udara. Pendekatan ini menghasilkan kayu yang lebih stabil secara dimensi dan fisik, sehingga siap untuk tahap pengolahan lanjutan. Proses pengeringan ini bersifat krusial karena kayu segar pasca penebangan umumnya memiliki kadar air yang sangat tinggi, yang jika tidak ditangani dapat memicu deformasi (*warping*), penyusutan anisotropik, degradasi biologis, serta berbagai cacat struktural pada produk akhir [6].

Metode pengeringan kayu konvensional, bergantung pada satu sumber panas tunggal, sehingga kestabilan suhu dan efisiensi pengeringan sepenuhnya ditentukan oleh energi tersebut. Sebaliknya, oven hybrid mengintegrasikan dua sumber pemanas, yang menghasilkan kestabilan termal lebih tinggi, mempercepat

laju pengeringan, serta meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan, menjadikannya lebih unggul dalam kinerja dibandingkan oven konvensional [7].

Meskipun sistem pengering hybrid bisa mengatasi masalah keterbatasan sumber energi, mengatur kondisi pengeringan seperti suhu, kelembapan udara, aliran udara, dan kadar air dalam kayu secara langsung masih sulit dilakukan. Banyak pengeringan di usaha kecil dan menengah masih mengandalkan pengalaman operator untuk mengatur ventilasi, suhu, dan lama pengeringan. Hal ini membuat kualitas kayu yang dihasilkan bisa berbeda-beda dan risiko kerusakan menjadi lebih tinggi. Oleh sebab itu, penggunaan sistem kontrol dan pemantauan yang akurat sangat penting untuk menjaga kualitas kayu tetap konsisten [8].

Implementasi IoT pada mesin pengering kayu memungkinkan pengumpulan data *real-time* dari sensor suhu, kelembapan, dan kadar air inti kayu. Sistem ini juga mendukung kontrol otomatis terhadap *finned heater*, ventilator, serta *switching* sumber energi hybrid, berdasarkan algoritma adaptif. Logging data dan akses jarak jauh yang disediakan IoT meningkatkan pengawasan dan pengendalian proses, mengurangi ketergantungan pada intervensi manual, serta memastikan kestabilan dan kualitas produk [9].

Mesin pengering kayu yang menggabungkan energi hybrid dan kontrol IoT dapat menghemat energi dan biaya dengan memilih sumber energi secara otomatis, mempercepat pengeringan sekaligus mengurangi kerusakan kayu lewat pengaturan yang tepat, serta memudahkan pemantauan dan pencatatan proses. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memastikan teknologi ini cocok dan efektif terutama di kondisi lokal dan untuk berbagai skala usaha [7].

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil pengujian pengeringan kayu sengon berdasarkan data yang diperoleh selama proses pengeringan?
2. Bagaimana hubungan antara suhu ruang pengering dan waktu pengeringan terhadap penurunan kadar air kayu?
3. Bagaimana sistem IoT berperan dalam meningkatkan efisiensi energi dan mempercepat proses pengeringan kayu?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis efektivitas mesin pengering hybrid berbasis IoT dalam menurunkan konsumsi energi dan mempercepat proses pengeringan kayu.
2. Mengembangkan dan menguji sistem kontrol berbasis IoT untuk monitoring dan pengaturan parameter pengeringan secara *real-time*.
3. Mengevaluasi kelayakan teknis dan ekonomi penggunaan mesin pengering hybrid berbasis IoT pada berbagai skala usaha.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya fokus pada pengeringan kayu dengan mesin hybrid yang menggabungkan dua sumber energi panas yaitu *finned heater* dan *infrared*.
2. Parameter utama yang dikontrol adalah suhu, kelembapan relatif, berat kayu, dan kadar air inti kayu.
3. Evaluasi ekonomi difokuskan pada skala usaha kecil hingga menengah (UKM).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan solusi teknologi pengeringan kayu yang lebih hemat energi dan operasional melalui penerapan sistem hybrid berbasis IoT.
2. Membantu meningkatkan kualitas produk kayu dengan pengendalian parameter pengeringan yang lebih presisi.
3. Menjadi dasar pengembangan mesin pengering pintar yang dapat diterapkan secara luas di industri kayu lokal, khususnya usaha kecil dan menengah.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang Masalah
- 1.2. Rumusan Masalah
- 1.3. Tujuan Penelitian
- 1.4. Batasan Masalah
- 1.5. Mafaat Penelitian
- 1.6. Sistematika Penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

- 2.1. Sesuaikan dengan urutan teori dari masalah yang diacu
- 2.2. Sesuaikan dengan urutan teori dari masalah yang diacu
- 2.3. Sesuaikan dengan urutan teori dari masalah yang diacu
- 2.4. dan seterusnya
- 2.5. Hipotesis Penelitian

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

- 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.2. Variabel Penelitian

3.3. Bahan dan Alat

3.4. Desain Eksperimen

3.5. Langkah Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian Permasalahan 1 (*sesuaikan dengan rumusan masalah masing-masing*)

4.2. Hasil Penelitian Permasalahan 2 (*sesuaikan dengan rumusan masalah masing-masing*)

4.3. *dan seterusnya sesuaikan dengan jumlah masalah yang akan diteliti*

4.4 Pembahasan

BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

5.2. Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

