

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Mudassir et al. (2023), dalam konstruksi dan arsitektur modern, diperlukan material bangunan yang inovatif, efisien, dan ramah lingkungan untuk memenuhi tuntutan efisiensi energi, keberlanjutan, dan kekuatan struktur. Salah satu solusi yang berkembang adalah panel atap komposit *sandwich*, yaitu panel berlapis yang menggabungkan beberapa material sehingga memiliki kekuatan, kekakuan, dan kemampuan isolasi termal yang baik. Panel atap ini terdiri dari dua lapisan luar (*skin*) yang kuat dan satu lapisan inti (*core*) yang ringan dan bersifat isolatif. Lapisan material *skin* yang digunakan yakni *fiberglass*, sedangkan lapisan *core* menggunakan serat alam. Alshahrani et al. (2022), mengatakan struktur *sandwich* memiliki rasio kekakuan terhadap berat yang sangat baik, sehingga cocok digunakan sebagai material atap ringan.

Menurut Alshahrani & Ahmed. (2022), bahan kulit (*skin*) dari *fiberglass* (serat kaca) memiliki sifat yang relatif baik dalam menahan beban tarik, lentur, serta tahan terhadap korosi dan cuaca. Penelitian dengan bahan ini bertujuan menilai secara langsung pengaruh *fiberglass* terhadap peningkatan kekuatan mekanis dan kekakuan panel, sekaligus menentukan konfigurasi terbaik antara ketebalan *skin*, orientasi serat, dan jenis inti agar diperoleh rasio kekuatan per-berat yang optimal. Penelitian ini menggunakan *fiberglass* berjenis *Woven roving* (WR). Motivasi penelitian berasal dari kebutuhan industri terhadap material yang ringan namun kuat dan tahan lingkungan, serta pemanfaatan *fiberglass* yang lebih ekonomis dibanding serat karbon tetapi tetap menawarkan performa struktural yang baik.

Atap bangunan menerima panas matahari secara langsung, sehingga diperlukan material yang kuat dan dapat menghambat perpindahan panas agar suhu di dalam ruangan tetap nyaman. Serat sabut kelapa dan serat batang jagung menjadi opsi sebagai inti (*core*) dalam penelitian ini karena potensi lokal tersedia, dan mendukung prinsip keberlanjutan, serta menurut Silva et al. (2023), bahwasanya komposit berbasis serat tanaman dilaporkan memiliki penurunan densitas dan peningkatan rasio kekakuan terhadap berat ketika inti berbasis serat alami

digunakan. Menurut Imran et al. (2024), serat kelapa sebagai bahan inti (*core*) dalam *sandwich* panel menunjukkan bahwa penggunaan serat sabut kelapa dapat menurunkan densitas serta meningkatkan sifat isolasi termal, sekaligus mendukung substitusi bahan sintetik. Sedangkan serat batang jagung menurut Khan et al. (2024), memiliki rongga udara alami yang dapat menghambat perpindahan panas sehingga baik digunakan sebagai panel atap ringan. Selain itu, kandungan selulosanya yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan komposit, sehingga menghasilkan panel yang kuat dan ringan.

Metode pembuatan *hand lay-up* dipilih dalam penelitian ini karena cukup sederhana dan cocok untuk skala eksperimen maupun produksi dalam pembuatan panel dengan struktur *sandwich* ringan. Menurut Sumarji et al. (2023), metode ini memungkinkan penyusunan lapisan *skin*, penempatan inti dan proses memasukkan resin secara manual serta memberikan fleksibilitas dalam varian inti seperti serat sabut kelapa dan serat batang jagung, juga memungkinkan parameter volume fraksi dan orientasi serat disesuaikan. Motivasi menggunakan metode *hand lay-up* yakni menyederhanakan proses fabrikasi agar dapat dilakukan dengan peralatan sederhana, tanpa perlu teknologi tinggi. Menurut Ageng et al. (2023), *hand lay-up* adalah metode yang sederhana, prosesnya manual cukup dengan kuas atau rol untuk mengisi resin pada serat, kemudian menata lapisan *skin/core* secara manual. Hal ini membuat *hand lay-up* sangat cocok untuk riset (laboratorium universitas, eksperimen variasi bahan dan konfigurasi) atau produksi volume kecil hingga menengah, tanpa perlu investasi besar pada peralatan khusus atau fasilitas canggih.

Menurut Sumarji et al. (2023), penelitian mekanis seperti uji *bending* sangat penting untuk memastikan bahwa panel tidak hanya ringan tetapi juga cukup kuat dan tahan terhadap beban struktural lainnya. Uji *bending* merupakan salah satu bentuk pemeriksaan untuk mengetahui kualitas suatu material secara visual. Konsep pengujian ini, beban diterapkan pada material sehingga tegangan tarik, tekan, dan geser mulai terbentuk secara bersamaan. Kekuatan *bending* tersebut menjadi hal yang dapat dipertimbangkan dalam material komposit berlapis, dimana material komposit pada dasarnya memiliki kecacatan dibawah permukaan seperti retak pada matriks ataupun patahan pada serat. Pentingnya pengujian *bending* sebagai penunjang hasil penelitian untuk mengetahui sifat mekanik seperti

elastisitas, kekuatan luluh, kekuatan tarik dan lain-lain menjadi tolak ukur dasar keefektifan dalam pemilihan material (Diansyah & Ningsih, 2022).

Menurut Rivera et al. (2025), analisis termal juga esensial, karena panel atap tidak hanya menahan beban mekanis tetapi juga dihadapkan pada variabilitas suhu, radiasi matahari, dan isolasi panas. Kemampuan isolasi yang baik pada inti, maka akan memiliki kontribusi terhadap kenyamanan termal bangunan yang signifikan. Menurut Vázquez et al. (2024), analisis termal seperti uji konduktivitas termal sangat berpengaruh, yang mana pengujian ini mengukur konduktivitas termal pada komposit *sandwich* yang dipakai sebagai panel atap ringan karena penting memberikan data langsung tentang seberapa efektif panel itu mengurangi aliran panas dari atap ke ruang di bawahnya. Informasi ini menjadi dasar perhitungan kebutuhan pendinginan atau pemanas bangunan sehingga desain atap dapat dioptimalkan untuk kenyamanan termal dan efisiensi energi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat mekanis berupa kekuatan lentur (*bending*) dan sifat termal berupa konduktivitas panas dari komposit *sandwich* dengan *skin fiberglass* dan *core* berbasis serat sabut kelapa serta serat batang jagung. Kedua serat tersebut merupakan bahan alam lokal yang murah, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan. Penelitian ini juga bertujuan mengetahui pengaruh kombinasi serat terhadap kemampuan isolasi panas dan karakteristik fisik panel yang dibuat menggunakan metode *hand lay-up*. Variasi komposisi *core* yang digunakan terdiri dari lima perbandingan serat, yaitu 0%:100%, 100%:0%, 50%:50%, 25%:75%, dan 75%:25%, dengan masing-masing variasi spesimen *bending* dilakukan tiga kali pengulangan dari tiga spesimen dan untuk konduktivitas termal menggunakan satu spesimen pada setiap variasi dengan tiga kali pengulangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan panel atap alternatif yang ringan, kuat, memiliki isolasi termal yang baik, serta mendukung pemanfaatan limbah pertanian sebagai material bangunan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik kekuatan *bending* dari komposit *sandwich* dengan *skin fiberglass* berjenis *Woven roving* dan *core* serat sabut kelapa serta serat batang jagung?
2. Bagaimana karakteristik konduktivitas termal dari komposit *sandwich* dengan *skin fiberglass* berjenis *Woven roving* dan *core* serat sabut kelapa serta serat batang jagung?

1.3 Tujuan Penelitian

Bagian ini memaparkan sasaran utama penelitian. Tujuan penelitian disusun berdasarkan masalah yang telah dirumuskan sehingga penelitian dapat menghasilkan data dan Kesimpulan yang benar-benar menjawab kebutuhan latar belakang. Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Mengetahui nilai ketahanan *bending* dari komposit *sandwich* berbahan *skin fiberglass* berjenis *Woven roving* dan *core* serat sabut kelapa serta serat batang jagung.
2. Menganalisis perilaku konduktivitas termal komposit *sandwich* untuk mengetahui kestabilannya terhadap perubahan suhu.
3. Menghasilkan komposit *sandwich* yang dapat digunakan sebagai alternatif material panel atap ringan melalui metode *hand lay-up*.

1.4 Batasan Masalah

Bagian ini bertujuan membatasi ruang lingkup penelitian agar tidak meluas dan tetap fokus. Batasan masalah diperlukan untuk memastikan penelitian dapat dilakukan dengan tepat sesuai waktu, alat, dan metode yang tersedia. Untuk itu, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Material penguat *skin* yang digunakan hanya berupa *fiberglass* yang berjenis *Woven roving*
2. Material penguat *core* yang digunakan hanya berupa serat sabut kelapa dan serat batang jagung
3. Metode fabrikasi komposit *sandwich* hanya menggunakan *hand lay-up*
4. Pengujian yang dilakukan hanya pada pengujian kekuatan *bending* dan pengujian konduktivitas termal.
5. Tidak membandingkan performa komposit *sandwich* dengan material atap komersial.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi membantu menetapkan kondisi dasar yang diperlukan agar proses penelitian terarah dan dapat dievaluasi dengan jelas. Penelitian ini dibuat berdasarkan beberapa asumsi berikut:

1. Serat sabut kelapa dan serat batang jagung yang digunakan memiliki kualitas seragam.
2. Proses pencampuran resin dan hardener pada metode *hand lay-up* berjalan sesuai standar, sehingga menghasilkan proses pengerasan yang optimal.
3. *Woven roving* sebagai *skin* memiliki sifat mekanis yang stabil dan tidak berubah selama proses pembuatan.
4. Suhu dan kondisi lingkungan saat proses pembuatan tidak mempengaruhi sifat akhir komposit secara signifikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Bagian ini berfungsi menjelaskan susunan penulisan laporan/skripsi sehingga pembaca memahami alur penyajian mulai dari pendahuluan sampai penutup. Sistematika penulisan laporan/skripsi disusun sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I memuat uraian latar belakang penelitian yang menjadi dasar dalam perumusan permasalahan. Bagian ini menjelaskan kelebihan dan kekurangan material atap yang digunakan saat ini. Selain itu, bab ini juga memaparkan rumusan masalah mengenai pengaruh variasi fraksi volume *core* terhadap kekuatan *bending* dan konduktivitas termal. Tujuan penelitian disampaikan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume *core* terhadap kedua sifat tersebut. Bab ini turut mencakup batasan masalah sebagai ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan laporan penelitian.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II berisi landasan teori dan kajian pustaka sebagai dasar pelaksanaan penelitian. Pada bab ini dibahas konsep dasar komposit *sandwich*, meliputi pengertian, struktur, dan prinsip kerjanya sebagai material yang ringan namun memiliki kekuatan dan kekakuan yang baik. Bab ini juga menjelaskan karakteristik serat alam sebagai material penyusun *core*,

termasuk sifat fisik, mekanik, dan termalnya, serta peran lapisan *skin* dan *core* dalam meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan kemampuan menahan beban pada panel atap ringan. Selain itu, dibahas teori sifat mekanis dan termal yang berkaitan dengan kinerja material atap ringan sebagai acuan analisis hasil pengujian. Sebagai pelengkap, disajikan kajian penelitian terdahulu yang relevan untuk menunjukkan posisi dan kebaruan penelitian. Bab II memberikan dasar teori yang mendukung penelitian secara menyeluruh.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab III memaparkan rancangan penelitian yang akan dilaksanakan beserta metode penelitian yang digunakan, yaitu metode kuantitatif/eksperimental. Bab ini juga menjelaskan variabel penelitian yang meliputi variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol. Selain itu, diuraikan pula tahapan pengolahan serta analisis data. Data hasil pengujian material selanjutnya dianalisis menggunakan metode *one-way anova* dengan bantuan perangkat lunak Minitab.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari kekuatan *bending* dan konduktivitas termal komposit *sandwich* dengan *core* berpenguat serat alam yang telah dilakukan pengujian. Hasil penelitian meliputi pengujian sifat mekanik berupa kekuatan *bending* serta pengujian sifat termal berupa konduktivitas termal. Pembahasan diawali dengan penyajian hasil pengujian kekuatan *bending* pada setiap variasi komposisi serat. Setelah pembahasan sifat mekanik, disajikan hasil pengujian konduktivitas termal pada setiap variasi komposisi serat. Selanjutnya dilakukan pembahasan mengenai hasil analisis statistik yang meliputi uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *One-way anova* untuk mengetahui signifikansi pengaruh variasi komposisi serat terhadap kekuatan *bending* dan konduktivitas termal.

5. BAB V PENUTUP

Bab V merupakan bagian akhir dari penelitian yang berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan

yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, sehingga dapat menjawab tujuan penelitian serta memberikan gambaran mengenai pengaruh variasi komposisi serat terhadap sifat mekanik dan sifat termal komposit *sandwich* sebagai material alternatif panel atap ringan. Selanjutnya, saran disampaikan sebagai masukan untuk pengembangan penelitian di masa mendatang maupun penerapan hasil penelitian agar diperoleh hasil yang lebih optimal dan dapat memberikan manfaat yang lebih luas.