

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aluminium Composit Panel (ACP) adalah panel yang terdiri dari dua material yang direkatkan melalui proses penekanan dua lembar plat aluminium pada bagian atas dan bawah dan pada bagian inti berisi material polimer (bahan standar yang dipakai umumnya adalah poliuretan atau *polyethylene*), dan gabungan antara aluminium dan bahan inti ini disebut komposit [1]. Seiring dengan industri dan teknologi modern yang semakin berkembang, material ACP banyak digunakan dalam dunia konstruksi dan manufaktur sebagai dinding, fasad, *signage*, serta panel dekoratif karena mempunyai daya tahan tinggi dengan estetika modern [2].

Limbah serbuk ACP dari proses pemotongan dan *routing* turut menimbulkan persoalan baru dalam penggunaan ACP yang semakin luas. Limbah ACP memiliki struktur multi material yang sulit terurai, limbah yang dihasilkan juga cukup besar dari sisi manufaktur, dan jika tidak dikelola berpotensi menjadi pencemar lingkungan karena limbah ini merupakan campuran serbuk logam aluminium dan polimer [3]. Oleh karena itu, di dalam proses fabrikasi pengelolaan material berbasis aluminium melalui penilaian siklus hidup (*Life Cycle Assessment*) menjadi sangat penting dalam upaya mengurangi dampaknya terhadap lingkungan [4]. Dalam hal ini, pengolahan limbah serbuk ACP menjadi bahan baru yang bermanfaat merupakan kontribusi yang positif untuk menghasilkan produk yang lebih ramah lingkungan.

Pengolahan limbah industri dengan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) menjadi landasan penting untuk mewujudkan industri yang berkelanjutan. Prinsip tersebut dapat membantu mengurangi jumlah limbah anorganik dan juga membuka peluang untuk mengembangkan material komposit berbasis limbah yang memiliki nilai tambah dan manfaat teknis bagi berbagai kebutuhan rekayasa. Salah satu pendekatan yang potensial adalah memanfaatkan limbah serbuk ACP sebagai *matriks*. Serbuk ACP memiliki kandungan *polyethylene* yang mampu melebur kembali pada suhu tertentu dan berfungsi sebagai

pengikat [5], inilah yang membuat serbuk ACP layak dipertimbangkan sebagai *matriks* komposit baru yang ekonomis dan ramah lingkungan.

Untuk meningkatkan kekuatan mekanik material komposit, diperlukan bahan penguat yang memiliki kekuatan tarik tinggi serta mudah didapat. Bambu termasuk dalam kelompok tanaman hutan yang berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai komoditas unggulan dalam sektor kehutanan serta agribisnis dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Di antara beragam spesies bambu, *Dendrocalamus asper* atau bambu petung menjadi salah satu yang paling luas pemanfaatannya, karena memiliki sifat serta fungsi yang sangat beragam [6].

Jenis serat alami yang sering menjadi objek penelitian adalah bambu petung (*Dendrocalamus asper*). Bambu petung dapat mencapai kekuatan tarik hingga 180 Mpa tergantung arah orientasi seratnya [7]. Serat bambu petung juga memiliki kerapatan $0,68 \text{ g/cm}^3$, dengan *Modulus Elastisitas* (MOE) sekitar 14000 MPa, sehingga berpotensi besar digunakan sebagai penguat dalam material komposit [8]. Selain itu, bambu petung adalah tanaman yang tumbuh banyak di Indonesia.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan serat bambu memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kekuatan mekanik material komposit [9]. Dengan peningkatan fraksi serat dari 10% menjadi 30% dilaporkan dapat menaikkan kekuatan impact komposit serat bambu petung hingga $0,552 \text{ J/mm}^2$. Campuran serat bambu dan pasir besi dengan fraksi 35% juga menghasilkan energi impact tertinggi sebesar 4,27 J [10]. Temuan tersebut menegaskan bahwa serat bambu petung berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai material penguat alami yang ramah lingkungan dan efisien.

Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa limbah serbuk *Aluminium Composite Panel* (ACP) masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan campuran mortar semen berkualitas tinggi, yang menunjukkan bahwa limbah serbuk ACP masih memiliki karakteristik mekanik yang dapat dimanfaatkan menjadi material baru [11]. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah serbuk ACP sebagai *matriks* komposit yang diperkuat

dengan serat bambu petung menjadi langkah inovatif dalam pengembangan material komposit baru yang kuat dan juga ramah lingkungan serta ekonomis.

Berdasarkan studi literatur yang sudah penulis lakukan, sebagian penelitian terdahulu hanya berfokus pada penggunaan ACP sebagai material konstruksi utuh atau pemanfaatan limbah ACP dalam campuran beton, dan belum ada pemanfaatan limbah serbuk ACP sebagai matriks komposit. Sedangkan penelitian mengenai serat bambu petung banyak dilakukan dengan *matriks* resin epoksi, bukan dengan ACP [12]. Selain itu belum ada data empiris yang membahas pengaruh variasi komposisi serbuk ACP dan fraksi serat bambu petung terhadap kekuatan tarik dan impak dalam satu sistem penelitian yang terintegrasi.

Pemeriksaan struktur makro juga diperlukan untuk memperoleh gambaran umum mengenai perilaku internal komposit berbasis limbah serbuk ACP. Pengujian ini menjadi penting karena serbuk ACP terdiri atas partikel aluminium dan *polyethylene* yang memiliki sifat dan karakteristik ikatan yang berbeda, sehingga proses pencampuran serta pengepresan berpotensi menghasilkan distribusi material yang tidak sepenuhnya merata.

Melalui uji makro, peneliti dapat melihat bentuk patahan, homogenitas campuran, sebaran partikel, keberadaan rongga atau cacat besar, serta indikasi retakan awal yang dapat terlihat secara kasat mata. Informasi struktur makro tersebut membantu menjelaskan penyebab terjadinya peningkatan atau penurunan nilai uji tarik dan impak, sehingga analisis mekanik yang dihasilkan menjadi lebih utuh dan didukung oleh pemahaman menyeluruh terhadap kondisi struktur komposit pada skala makro.

Penelitian dengan judul “Pengaruh Komposisi Campuran Limbah *Aluminium Composite Panel (Acp)* dan Serat Bambu Petung Terhadap Kekuatan Tarik, Impak Dan Struktur Makro Bahan Komposit” perlu dilakukan untuk mengkaji secara eksperimental bagaimana pengaruh kombinasi kedua bahan tersebut terhadap kuat tarik dan impak material komposit. Uji tarik dan uji impak digunakan sebagai parameter karena keduanya menjadi tolak ukur

penting untuk menilai kinerja komposit, terutama pada penggunaan struktural yang membutuhkan material ringan.

Diharapkan hasil penelitian mampu memberikan kontribusi terhadap pengembangan material komposit berbasis limbah industri, sekaligus menjadi langkah nyata dalam mendukung pengelolaan limbah ACP dan pemanfaatan sumber daya alam terbarukan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari latar belakang di atas antara lain :

1. Pengaruh campuran limbah serbuk *Aluminium Composite panel* (ACP) dan serat bambu petung terhadap kekuatan tarik komposit yang dihasilkan?
2. Pengaruh campuran limbah serbuk *Aluminium Composite panel* (ACP) dan serat bambu petung terhadap kekuatan impak komposit yang dihasilkan?
3. Bagaimana stuktur makro dari komposit limbah *Aluminium Composite panel* (ACP) dan serat bambu petung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dalam penelitian ini setelah dipaparkan rumusan masalah di atas :

1. Mengetahui pengaruh campuran limbah serbuk *Aluminium Composite panel* (ACP) dan serat bambu petung terhadap kekuatan tarik komposit.
2. Mengetahui pengaruh campuran limbah serbuk *Aluminium Composite panel* (ACP) dan serat bambu petung terhadap kekuatan impak komposit.
3. Mengetahui stuktur makro dari komposit campuran limbah *Aluminium Composite panel* (ACP) dan serat bambu petung.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga pembahasan tentang penelitian ini tetap sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, penulis memberikan beberapa batasan. Ruang lingkup penelitian ini mencakup :

1. Material matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah serbuk *Aluminium Composite Panel* (ACP) yang dihasilkan dari proses routing menggunakan mesin CNC *Router* pada satu industri manufaktur yang sama, dengan jenis ACP yang seragam (Ketebalan total : 4 mm, jenis lapisan : Polyethylene (PE), ketebalan aluminium skin : 0,3 mm, dengan paduan aluminium 1100). Limbah serbuk yang digunakan dibatasi pada kondisi kering dan berukuran relatif halus tanpa perlakuan lanjutan, sehingga karakteristik material dianggap seragam selama penelitian.
2. Bahan penguat yang digunakan adalah serat bambu petung (*Dendrocalamus asper*) berumur 3-5 tahun.
3. Serat bambu petung yang digunakan memiliki ketebalan $\pm 0,5$ mm, dengan panjang ± 5 cm.
4. Pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan standar ASTM D638 tipe IV, sedangkan pengujian impak dilakukan dengan standar ASTM D256 (*Izod Impact Test*).
5. Pengujian impak menggunakan mesin uji impak tipe *ZWICK HIT 5.5P*.
6. Pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik TRIPOD tipe AEV (*Electric Double Column Vertical Test Stand*).
7. Pembuatan spesimen menggunakan mesin *hot press* hidrolik tipe FCY-20 yang berada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
8. Proses pencampuran dan pencetakan komposit dilakukan dengan metode *hot press* menggunakan variasi suhu 200°C dengan tekanan 363 Psi dalam waktu 45 menit.

9. Ukuran sampel ASTM D638 tipe IV : 115 x 19 x 3,2 mm, sedangkan Ukuran Sampel ASTM D256 : 63.5 mm x 12.7 mm x 3.2 mm, sudut takik 45 derajat dengan kedalaman 2,4 mm.
10. Rasio campuran dalam penelitian ini ditentukan oleh *software Design of Experiments* (DOE) untuk mengetahui komposisi optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan pelaksanaan penelitian ini dapat diperoleh berbagai manfaat positif pada bidang teknik mesin dan lingkungan, terutama dalam mengubah limbah *Aluminium Composite Panel* (ACP) menjadi material komposit baru yang berguna. Berikut adalah manfaat yang diharapkan melalui penelitian ini :

1. Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang material komposit, khususnya terkait pemanfaatan limbah industri dan serat alami sebagai bahan penguat. Kajian mengenai campuran serbuk limbah ACP dan serat bambu petung diharapkan memperkaya referensi ilmiah mengenai sifat mekanik komposit ramah lingkungan, serta menjadi landasan bagi penelitian lanjutan dalam ranah rekayasa material dan proses manufaktur.
2. Secara praktis, penelitian ini menawarkan solusi bagi pengelolaan limbah ACP yang selama ini belum termanfaatkan secara optimal. Melalui pencampuran dengan serat bambu petung, limbah ACP dapat diolah menjadi material komposit alternatif yang lebih ringan, memiliki karakteristik mekanik yang lebih baik, dan bernilai ekonomis. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam proses pengambilan keputusan oleh sektor konstruksi maupun manufaktur terkait pemilihan material komposit alternatif yang efisien.
3. Dari sisi lingkungan, penelitian ini berperan dalam mengurangi akumulasi limbah padat ACP yang sulit terurai sekaligus memaksimalkan pemanfaatan sumber daya alam terbarukan berupa

serat bambu petung. Dengan demikian, penelitian ini mendukung penerapan konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), prinsip ekonomi sirkular, serta pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

4. Bagi objek yang diteliti, penelitian ini memberikan pemahaman mengenai formulasi komposit serbuk ACP dan serat bambu petung yang menghasilkan performa mekanik optimal. Informasi ini bermanfaat dalam pengembangan material komposit ringan untuk aplikasi non-struktural serta dapat menjadi dasar bagi inovasi produk berbasis limbah.
5. Bagi peneliti dan pembangunan nasional, penelitian ini meningkatkan kompetensi peneliti dalam bidang uji mekanik, pemrosesan material, serta analisis material komposit. Selain itu, penelitian ini mendukung upaya nasional dalam penerapan teknologi hijau dengan memanfaatkan limbah industri menjadi produk bernilai tambah yang berpotensi digunakan oleh UMKM maupun industri kreatif

