

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Polylactic Acid (PLA) beserta variannya, yaitu PLA+ (PLA “plus”), merupakan material termoplastik yang bersifat biodegradable dan широко digunakan dalam teknologi pencetakan 3D. PLA+ umumnya telah dimodifikasi dengan penambahan aditif tertentu untuk meningkatkan ketangguhan serta kekuatan tarik dibandingkan PLA konvensional. Meskipun demikian, karakteristiknya yang cenderung kaku serta memiliki suhu transisi gelas yang relatif rendah (sekitar 60–65 °C) menjadi faktor pembatas dalam ketahanan sambungan. Dalam berbagai penelitian, epoxy resin (perekat epoksi dua komponen) banyak dimanfaatkan untuk menyambungkan komponen berbahan PLA. Salah satu contoh yang sering digunakan adalah Araldite, yang pada kondisi curing optimal, misalnya pada suhu 80 °C selama 1 jam, mampu menghasilkan gaya tarik maksimum berkisar antara 2690–3375 N pada sambungan PLA [1]. Selain itu, Arjun et al. melaporkan bahwa proses annealing pada suhu 80 °C selama 60 menit dapat meningkatkan kekuatan tarik sambungan PLA secara signifikan. Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa pengendalian proses perlakuan panas setelah pencetakan berperan penting dalam meningkatkan sifat mekanik sambungan berbasis adhesive epoxy resin pada material PLA yang pada kondisi awalnya belum optimal [2]. Pada penelitian ini, material PLA akan disambungkan menggunakan metode single lap joint dengan bantuan adhesive epoxy resin.

Sambungan *single lap joint* (SLJ) banyak menjadi objek penelitian dalam mekanika sambungan adhesif karena kesederhanaannya sekaligus tantangan distribusi tegangan internal yang muncul. Pada konfigurasi SLJ, dua lembar material saling tumpang tindih (*overlap*) dan diikat oleh perekat, namun akibat gaya geser tidak sepusat muncul momen lentur yang menghasilkan tegangan tarik (*peel*) di tepi sambungan serta konsentrasi tegangan geser di area tertentu [3]. Beberapa studi menyebutkan bahwa panjang *overlap*, ketebalan perekat, kekakuan substrat, serta kondisi antarmuka sangat memengaruhi kekuatan geser maksimum sambungan [4].

Perekat berbasis resin epoksi (*epoxy adhesive*) sering digunakan sebagai bahan pengikat pada SLJ karena kemampuannya mentransfer beban, adhesi kuat, serta stabilitas lingkungan. Misalnya, penelitian Chu et al. (2024) menunjukkan bagaimana kondisi *curing* (suhu dan waktu) memengaruhi sifat mekanik dan daya lelah sambungan epoxy, varian kondisi *curing* dengan densitas cross-linking tinggi menghasilkan kekuatan adhesi serta daya lelah yang lebih baik dibanding varian densitas rendah. Dalam aplikasi praktis, Behera et al. (2023) mengombinasikan serat penguat dalam epoxy untuk meningkatkan kekuatan statis dan regangan kegagalan SLJ, menunjukkan bahwa penguatan internal perekat merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan performa sambungan. Pada penelitian kali ini juga akan dilihat pengaruh dari perekat yang berlebih (*spew*) terhadap kekuatan gesernya.

Kelebihan perekat yang merembes ke luar sambungan (dikenal sebagai *spew* atau *spew fillet*) juga mempengaruhi kualitas sambungan adhesif. Meskipun sering diabaikan dalam standar pengujian, studi klasik oleh Lang dan Mallick (1998) menunjukkan bahwa keberadaan *spew* dapat menurunkan tegangan puncak di antarmuka dan justru meningkatkan kekuatan sambungan [5]. Selaras dengan ini, Akpınar et al. melaporkan bahwa *spew fillet* pada ujung sambungan SLJ meningkatkan kapasitas muatan sambungan dan mengurangi konsentrasi tegangan. Dengan kata lain, pembentukan fillet dari perekat berlebih (misalnya perekat epoxy) menciptakan transisi geometri yang lebih halus di ujung sambungan, sehingga mengurangi lokalitas tegangan tinggi dan memperkuat sambungan struktural [6].

Berdasarkan kajian di atas, pengaruh annealing dan pengelolaan *spew* menjadi faktor penting dalam optimasi kekuatan sambungan PLA+ yang direkatkan dengan epoxy. Annealing meningkatkan kristalinitas PLA dan ikatan antarlapisan, memperkuat material cetakan 3D, sedangkan kehadiran fillet perekat dapat mengurangi konsentrasi tegangan dan menambah kapasitas muatan sambungan [7]. Untuk menguji pengaruh kedua faktor tersebut secara sistematis, diperlukan pendekatan rancangan eksperimen seperti metode Taguchi untuk menentukan parameter optimal dalam pengujian kekuatan geser sambungan single lap. Cahya et al. menggunakan metode Taguchi untuk mengoptimalkan proses annealing PLA

hasil FFF dan menemukan kondisi optimal 90 °C selama 120 menit, yang menghasilkan kenaikan signifikan pada kekuatan tarik, lentur, tekan, dan impak PLA. Dengan demikian, penelitian ini berfokus mengevaluasi pengaruh annealing dan *spew* terhadap kekuatan geser sambungan PLA+ 3D printing berbasis epoxy resin menggunakan metodologi Taguchi [8] .

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perlakuan annealing terhadap kekuatan geser sambungan lap PLA+ yang direkatkan epoxy?
2. Bagaimana pengaruh variasi parameter *spew* pada proses pencetakan terhadap kekuatan geser sambungan tersebut?

## 1.3 Tujuan

1. Mendapatkan peningkatan kekuatan PLA dengan metode Annealing terhadap kekuatan geser PLA+ 3D printing single lap joint dengan adhesive epoxy resin.
2. Mendapatkan peningkatan kekuatan dengan pemberian *Spew* terhadap kekuatan geser PLA+ 3D printing single lap joint dengan adhesive epoxy resin.

## 1.4 Manfaat

1. Memperluas pemahaman tentang pengaruh *annealing* terhadap material PLA+ 3D printing single lap joint dengan adhesive epoxy resin.
2. Memberikan basis data untuk variasi *annealing* dan *spew* yang cocok untuk aplikasi otomotif, aerospace, atau biomedis.

## 1.5 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan *polylactic acid plus* ( PLA + )
2. Parameter yang divariasikan *Temperatur Annealing* ( 40°C dan 60 °C), waktu (30 dan 60 menit) *annealing* dan *spew*
3. Pengujian yang dilakukan adalah Uji kekuatan geser ( Shear strength Test )
4. Desain sambungan hanya berfokus pada single lap join berdasarkan ASTM D5868
5. Kondisi lingkungan diabaikan
6. Pengadukan *epoxy resin* dilakukan secara manual

## 1.6 Sistematika Penulisan

Struktur penulisan proposal tugas akhir terdiri dari beberapa bab yang saling terkait. Laporan penelitian umumnya meliputi BAB I Pendahuluan yang mencakup latar belakang, tujuan penelitian, manfaat, ruang lingkup atau batasan masalah, serta alur penulisan. BAB II Tinjauan Pustaka yang menyajikan teori-teori yang mendukung penelitian. BAB III Metodologi yang memaparkan penggunaan bahan dan peralatan, serta menjelaskan prosedur dan langkah pelaksanaan penelitian. BAB IV Data dan Pembahasan yang memaparkan data hasil pengujian beserta analisa dari data yang diperoleh. BAB V Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan dari tugas akhir dan saran untuk penelitian selanjutnya.

