

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi manufaktur terus mengalami perkembangan pesat dalam era industri modern, salah satunya adalah teknologi pencetakan 3D. Teknologi ini telah menjadi bagian integral dalam berbagai sektor industri, memberikan kemampuan untuk mencetak objek tiga dimensi secara lapis demi lapis berdasarkan desain digital. Teknologi 3D Printing atau Pencetakan 3D memungkinkan pembuatan objek tiga dimensi secara lapis demi lapis dengan kontrol komputer yang presisi (Jacobs, Paul Francis, dalam (Kumara *et al.*, 2018)). Teknologi ini telah merevolusi cara industri menciptakan berbagai produk, mulai dari prototipe hingga produk jadi yang kompleks. Beberapa sektor industri yang memanfaatkan teknologi ini diantaranya yaitu industri kesehatan, penerbangan, dan pendidikan. Fokus utama teknologi ini adalah efektivitas tinggi dalam pembuatan prototipe, di mana prosesnya harus cepat, akurat, terperinci, dan fleksibel.

Fused Deposition Modelling (FDM) menjadi pilihan utama dari berbagai teknik 3D Printing yang tersedia, terutama dalam pembuatan prototipe (Hafizi Pratama *et al.*, 2021). FDM yang dikembangkan oleh S. Scott Crump pada tahun 1980-an, menggunakan material termoplastik yang dilelehkan dan dideposisikan secara bertahap dalam lapisan demi lapisan untuk membentuk objek 3D. *Polylactic acid* (PLA) menjadi bahan pilihan dalam pembuatan prototipe 3D Printing. PLA yang berasal dari sumber alami seperti jagung atau pati ubi, memiliki keunggulan ramah lingkungan dan dapat terurai secara biologis (Bergaliyeva *et al.*, 2023), menjadikannya pilihan yang populer dalam pencetakan 3D.

Meskipun PLA memiliki karakteristik unggul, keberhasilan objek yang dicetak 3D tidak hanya ditentukan oleh jenis materialnya tetapi juga oleh parameter – parameter produksi yang digunakan selama proses pencetakan. Oleh karena itu, optimasi parameter 3D Printing pada material PLA menjadi aspek krusial dalam memastikan kualitas hasil cetakan. Dalam konteks ini, uji tarik dan uji *bending* menjadi respon penting untuk mengevaluasi kekuatan dan kelenturan objek yang dicetak.

Penerapan metode Taguchi dalam optimasi parameter 3D Printing pada PLA menjadi relevan, mengingat metode ini merupakan pendekatan statistik yang efektif untuk merancang eksperimen dan mengidentifikasi pengaturan parameter yang optimal Kristiawan *et al.* (2021). Beberapa penelitian sebelumnya, seperti penelitian Rahman Hakim *et al.* (2019) yang mempertimbangkan dampak suhu nozzle dan baseplate terhadap PLA, memberikan wawasan mengenai parameter – proses yang mempengaruhi karakteristik fisik material. Febrian *et al.* (2022) menggunakan metode Taguchi-grey untuk mengoptimalkan parameter proses 3D printing material PLA. Penelitian ini menggunakan tiga respon yaitu kekuatan, kekakuan, dan akurasi dimensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter proses yang optimal untuk menghasilkan nilai respon yang diinginkan adalah suhu nozzle sebesar 200°C, kecepatan ekstrusi sebesar 50 mm/s, dan tinggi lapisan sebesar 0,2 mm. Penelitian lain yang dilakukan oleh Febrian *et al.* (2022) menggunakan metode Taguchi untuk mengoptimalkan parameter proses 3D printing material PLA. Penelitian ini menggunakan dua respon yaitu kekuatan dan kekakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter proses yang optimal untuk menghasilkan nilai respon yang diinginkan adalah suhu nozzle sebesar 200°C dan kecepatan ekstrusi sebesar 60 mm/s.

Berdasarkan penelitian – penelitian terdahulu, maka penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan parameter 3D Printing pada material PLA, dengan fokus pada uji tarik dan uji *bending*. Parameter yang dipertimbangkan melibatkan variabel kritis seperti kecepatan cetak, suhu nozzle, ketebalan lapisan, kecepatan pendinginan, dan orientasi objek. Penelitian ini juga diarahkan untuk mengidentifikasi kombinasi parameter yang optimal untuk mencapai performa terbaik. Pentingnya penelitian ini terletak pada kontribusinya terhadap pemahaman tentang hubungan antara parameter-produksi dan sifat mekanik hasil pencetakan 3D PLA. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan panduan bagi industri 3D Printing dalam meningkatkan kualitas produk, mengoptimalkan proses pencetakan, dan merintis inovasi lebih lanjut di bidang ini.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas yang telah diuraikan maka rumusan masalah di dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh parameter 3D *Printing* pada uji tarik dengan filamen *Polylactic acid* (PLA).
2. Bagaimana pengaruh parameter 3D *Printing* pada uji *bending* dengan filamen *Polylactic acid* (PLA).
3. Bagaimana kombinasi level – level parameter 3D printing yang optimal untuk mencapai sifat tarik maksimum pada material *Polylactic acid* (PLA) berdasarkan metode *Taguchi*?
4. Bagaimana kombinasi level – level dari parameter 3D printing yang optimal untuk mencapai sifat *bending* maksimum pada material *Polylactic acid* (PLA) berdasarkan metode *Taguchi*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan perumusan masalah yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh parameter 3D *Printing* pada uji tarik menggunakan filamen *Polylactic acid* (PLA).
2. Untuk mengetahui pengaruh parameter 3D *Printing* pada uji *bending* menggunakan filamen *Polylactic acid* (PLA).
3. Untuk mengetahui kombinasi level – level parameter 3D printing yang optimal untuk mencapai sifat tarik maksimum pada material *Polylactic acid* (PLA) berdasarkan metode *Taguchi*?
4. Untuk mengetahui kombinasi level – level parameter 3D printing yang optimal untuk mencapai sifat *bending* maksimum pada material *Polylactic acid* (PLA) berdasarkan metode *Taguchi*?

1.4. Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Produk dicetak menggunakan 3D *Printing* tipe FDM dengan merk FlashForge IIs.
2. Filamen yang digunakan adalah *Polylactic acid* berdiameter 1,75mm.
3. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dan uji *bending*.
4. Mesin 3D *Printing* menggunakan *Nozzle* dengan diameter 0,4mm.
5. *Print Temperature* menggunakan dengan minimal 190°C – 210°C.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan sejumlah manfaat praktis dan konseptual yang dapat diterapkan dalam berbagai konteks, terutama dalam pengembangan teknologi 3D printing pada material *Polylactic acid* (PLA). Berikut adalah beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini.

1. Kontribusi pada pengetahuan ilmiah: Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengetahuan ilmiah dalam bidang pencetakan 3D, optimasi parameter, dan material *advanced* seperti *Polylactic acid* (PLA). Hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut di bidang ini
2. Optimasi proses manufaktur: Hasil penelitian ini dapat memberikan panduan kepada industri dalam mengoptimalkan proses manufaktur 3D printing pada material *Polylactic acid* (PLA), meningkatkan efisiensi produksi, dan menghasilkan produk dengan sifat mekanik yang unggul.
3. Penerapan lebih lanjut pada berbagai industri: Temuan penelitian ini dapat diterapkan dalam berbagai sektor industri yang menggunakan material *Polylactic acid* (PLA), seperti industri otomotif, kedirgantaraan, dan manufaktur umum, memberikan dampak yang luas pada berbagai aplikasi.