

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi semakin lama semakin berkembang pesat pada era saat ini, khususnya pada bidang Teknik Mesin yang terus berkembang dari masa ke masa, untuk itu perlu permbaharuan maupun modifikasi dari benda ataupun rancangan. Dalam pekerjaan permesinan khususnya perlu adanya sebuah komponen yang menunjang kerja dari suatu mesin (Indah *et al.* 2023). Dalam suatu komponen mesin terdiri dari banyak elemen permesinan, seperti hal nya poros, roda gigi, engkol, *bearing*, dan juga elemen lainnya. *Gear* merupakan suatu komponen yang penting bagi keberlangsungan kerja dari suatu mesin agar dapat bergerak secara optimal dan dapat mentransmisikan daya dengan seimbang (Boazter *et al.* 2021). Dalam proses pembuatan *gear* biasanya menggunakan baja karbon yang diaman biasa dipakai untuk pembuatan alat komponen otomotif, konstruksi maupun alat yang lain. Di dalam aplikasinya baja akan terkena pengaruh dari gaya seperti gesekan, kekerasan, maupun tekanan, sehingga menimbulkan sebuah perubahan bentuk.(Wahyudi *et al.* 2021). Untuk menentukan *gear* yang tepat yang akan digunakan untuk proses transmisi, maka diperlukan design dari suatu *gear* yang optimal agar dapat melakukan transmisi daya yang seimbang.

Design dari *gear* memiliki banyak gigi yang saling bersinggungan dengan dua ataupun lebih roda gigi lain yang nantinya bekerja sama dan disambungkan dengan rantai yang nantinya akan mentransmisikan daya dari motor gerak menjadi energi (Rozak *et al.* 2022). Dalam pembuatan roda gigi diperlukan bahan yang kokoh dan juga efisinsi cost. Pada proses manufaktur yang terus meningkat pada efisiensi dan produktivitas dalam produksi produk baru. Pada saat ini proses pengembangan pesat proses manufaktur ialah *3d printing*. Penggunaan teknologi *3d printing* digunakan di berbagai sektor, seperti kesehatan, inudstri skala kecil, prototype, maupun *sparepart* komponen mesin

(Cahyati *et al.*, 2022). Prinsip kerja dari *3d printing* dimana membentuk dari suatu produk dengan meletakkan lapisan-lapisan dari material pada sumbu vertikal, perkembangan *teknologi additive manufacturing* atau *3D printing* telah memberikan banyak keunggulan dibandingkan metode manufaktur konvensional, terutama dalam hal fleksibilitas desain, efisiensi material, serta kemampuan untuk memproduksi komponen dengan geometri kompleks. Teknologi ini memungkinkan pembuatan komponen secara langsung dari model digital tanpa memerlukan proses pemesinan yang kompleks. Metode yang paling banyak digunakan dalam proses *3D printing* adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM), yaitu teknik pencetakan dengan cara melelehkan material filament dan mengekstrusinya secara berlapis-lapis hingga membentuk objek tiga dimensi (Lee *et al.*, 2024).

Dalam proses FDM, kualitas serta sifat mekanik produk sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter proses, seperti suhu ekstrusi, kecepatan cetak, *layer height*, dan *infill density*. Parameter-parameter ini berperan dalam menentukan kualitas ikatan antar lapisan (*interlayer bonding*), yang sangat memengaruhi kekuatan mekanik produk. Proses pencetakan berlangsung secara bertahap lapis demi lapis hingga produk terbentuk sepenuhnya dan selesai dicetak. (Msallem *et al.*, 2022). Dalam pembuatan dengan menggunakan proses *3d printing* ditentukan oleh parameter mesin. Parameter tersebut seperti halnya *bed temperature*, *print speed*, *infill density*, *pattern*, *nozzle temperature* dan *layer height* (Lubis *et al.*, 2021). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa parameter proses pada 3D printing memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik material yang dicetak. Parameter seperti suhu cetak, kecepatan pencetakan, dan kepadatan infill dapat mempengaruhi kekuatan tarik, kekuatan tekan, maupun kekuatan lentur dari material hasil cetakan. Peningkatan parameter tertentu dapat meningkatkan kekuatan mekanik karena menghasilkan ikatan antar lapisan yang lebih baik, sedangkan parameter yang tidak optimal dapat menyebabkan terbentuknya porositas dan cacat pada struktur material. Oleh karena itu, optimasi

parameter proses menjadi faktor penting dalam menghasilkan komponen dengan kualitas mekanik yang baik.(Menargues *et al.* 2025). Pada penelitian ini menggunakan filament, dimana filament adalah bahan baku untuk proses pencetakan di mesin *3d printing* yang telah di design dengan software computer (Putra 2021).

PLA (*Polylactic Acid*) yaitu filament yang berbahan dasar dari pati jagung dimana material PLA banyak digunakan dalam teknologi FDM karena memiliki karakteristik yang mudah diproses, ramah lingkungan, serta memiliki stabilitas dimensi yang baik dibandingkan beberapa material termoplastik lainnya. PLA juga memiliki kekakuan yang relatif tinggi sehingga cocok digunakan untuk berbagai aplikasi prototype maupun komponen fungsional ringan. Selain itu, PLA memiliki kemampuan adhesi antar lapisan yang cukup baik sehingga dapat menghasilkan struktur cetakan yang stabil. Namun demikian, sifat mekanik dari PLA sangat dipengaruhi oleh kondisi proses pencetakan seperti *pattern*, *infill*, serta temperatur proses yang digunakan selama pencetakan berlangsung (Darsin *et al.* 2024), yang pastinya memiliki sifat biodegradable atau dapat terurai dengan sendirinya. Filament jenis ini mudah sekali untuk dicetak dan juga terjangkau. Filament ini tidak perlu temperatur *nozzle* tinggi, tidak seperti filament lain seperti ABS yang membutuhkan suhu 230°C, untuk filament PLA sendiri cukup 190 - 220 °C (Setyawan and Ngadiyono 2022), Secara umum, filament PLA dapat dicetak dengan *bed temperature* berkisar antara 30–60°C, sehingga tidak memerlukan temperatur yang terlalu tinggi agar dapat menempel dengan baik pada permukaan *bed*. (Hakim *et al.* 2022).

Pada penelitian kali ini akan menggunakan Filament PLA sebagai bahan untuk proses *3d printing* yang nantinya akan diteliti untuk pengaruh *bed temperature* terhadap hasil uji bending dari proses *3d printing*. Menurut Faisal (2024) Penggunaan material seperti PLA semakin meningkatkan aspek keberlanjutan dan fleksibilitas teknologi *additive manufacturing*, sehingga cocok

diterapkan pada berbagai bidang aplikasi. Selain itu, karakteristik PLA yang memiliki permukaan mengkilap serta sifatnya sebagai biopolimer yang mudah dicetak telah memperkuat pemanfaatannya dalam berbagai aplikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini rumusan masalah yang terjadi sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi *bed temperature* 30°C, 40°C, 50°C, dan 60°C terhadap kualitas visual produk hasil proses *3D printing* menggunakan filament PLA?
2. Bagaimana hasil pengujian bending dari produk filament PLA dengan proses *3d printing*?
3. Bagaimana hasil cacat porositas dari hasil *3D printing* menggunakan filament PLA?

1.3 Tujuan Penelitian

Pada penelitian kali ini didapatkan Tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi *bed temperature* 30°C, 40°C, 50°C, dan 60°C terhadap kualitas visual produk hasil proses *3D printing* menggunakan filament PLA.
2. Mengetahui dan mengevaluasi hasil pengujian bending pada produk filament PLA hasil proses *3D printing*.
3. Mengidentifikasi dan menganalisis tingkat cacat porositas pada produk hasil *3D printing* menggunakan filament PLA.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini didapatkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan material filament PLA sebagai bahan utama proses *3d printing*.

2. Parameter lain seperti *nozzle temperature*, *layer height*, *infill*, *pattern*, *print speed* dibuat konstan.
3. Kondisi lingkungan seperti suhu ruangan dan kelembaban dianggap konstan selama proses pencetakan.
4. Parameter tekanan *nozzle* dan diameter filament dibuat sama yaitu 1,75 mm untuk diameter filament.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, maka hipotesis dalam penelitian ini disusun untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi suhu *bed* terhadap kualitas visual produk hasil proses *3D printing* menggunakan filament PLA yang dimana setiap peningkatan *bed temperature* dapat menyebabkan visual hasil yang lebih baik dan membantu untuk lapisan pertama menempel baik pada *bed*. *Bed temperature* juga dapat mempengaruhi struktur internal hasil cetakan yang berkaitan dengan kekuatan mekanik produk. Suhu *bed* yang optimal dapat membantu proses pendinginan material berlangsung secara lebih stabil sehingga dapat meningkatkan ikatan antar lapisan (*interlayer bonding*) pada material hasil cetakan. Ikatan antar lapisan yang baik akan mempengaruhi kemampuan material dalam menahan beban, termasuk pada pengujian mekanik seperti uji bending. Oleh karena itu, variasi *bed temperature* menjadi salah satu parameter penting yang perlu diteliti untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas produk hasil pencetakan *3D printing*. Untuk pengujian bending pada *bed temperature* 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, Berdasarkan dugaan awal, peningkatan *bed temperature* akan memberikan hasil cetakan yang lebih stabil karena material PLA dapat menempel dengan lebih baik pada permukaan *bed* sehingga dapat meminimalkan cacat pada lapisan awal dan meningkatkan kualitas permukaan produk. Hal ini juga diharapkan dapat memberikan distribusi tegangan yang lebih merata ketika spesimen diuji menggunakan metode bending dan hasil maksimal pada *bed temperature* 60°C.

Dengan adanya hipotesis ini, penelitian dapat dilakukan secara sistematis melalui proses pengujian dan analisis data untuk membuktikan apakah variasi suhu *bed* benar-benar mempengaruhi kualitas visual serta kekuatan hasil cetakan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai parameter *bed temperature* yang optimal dalam proses *3d printing* menggunakan filament PLA sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil cetakan pada proses *3D printing*. Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. H_0 (Hipotesis Nol): Variasi suhu *bed* tidak berpengaruh signifikan terhadap kualitas visual produk hasil proses *3D printing* yang telah di uji bending yang berbahan dasar filament PLA.
2. H_1 (Hipotesis Alternatif): Variasi suhu *bed* berpengaruh signifikan terhadap kualitas visual produk hasil proses *3D printing* yang telah di uji bending yang berbahan dasar filament PLA.

1.6 Manfaat Penelitian

Pada penelitian kali ini mendapatkan manfaat sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi *bed temperature* terhadap kualitas visual produk hasil *3D printing* menggunakan filament PLA, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan parameter suhu yang lebih optimal.
2. Penelitian ini memberikan data hasil pengujian bending yang dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan mekanik produk, khususnya dalam menahan beban lentur.
3. Hasil analisis porositas dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat cacat pada produk hasil cetak, sehingga dapat menjadi dasar dalam upaya peningkatan kualitas dan pengurangan cacat.