

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

3D *Printing* merupakan sebuah inovasi baru dalam dunia teknologi manufaktur. Inovasi ini sangat populer di seluruh dunia, baik di kalangan akademisi maupun industri. Hal ini dipercaya bahwa teknologi 3D *Printing* mampu membawa dunia ini pada kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Hasdiansah *et al.*, 2020). Salah satu kelebihan 3D *printer*, yaitu membuat produk atau benda 3 dimensi dalam bentuk produk siap pakai, contohnya *miniature*, gantungan kunci dan lain-lain. 3D *printing* merupakan salah satu teknologi proses manufaktur yang sudah banyak berkembang di dunia industri karena dapat mencukupi kebutuhan cetak sebuah desain digital menjadi sebuah bentuk nyata yang dapat dilihat dan dipegang. Salah satu teknologi pencetakan yang sudah banyak dikembangkan adalah FDM (*Fused Deposition Modeling*). FDM merupakan teknik 3D *printing* yang digunakan untuk mencetak produk menggunakan filamen sebagai material. Produk yang dicetak mempunyai karakteristik geometri ideal, apabila mempunyai ukuran yang teliti dan bentuk yang sempurna (Pristiansyah *et al.*, 2019). Pada proses pencetakan dengan menggunakan mesin 3D *Printer* FDM dapat mengkonversi data *Computer-Aided Design* (CAD) menjadi sebuah produk fisik menggunakan mesin 3D *printer*. Desain CAD yang telah dikonversi ke format STL kemudian diiris menjadi beberapa lapisan tipis menggunakan *software* seperti *cura*, *flashprint*, *simplify*, dan lain-lain (Pratama & Adib, 2022).

Salah satu bahan yang umum digunakan dalam proses cetak 3D *printing* adalah material yang berbentuk *filament*. Ada beberapa jenis material *filament* yang digunakan pada teknologi FDM, antara lain seperti *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polycarbonate* (PC), *Polystyrene*, *Nylon*, *Polylactic Acid* (PLA), dan *Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG) (Prayoga & Puspitasari, 2021). Pada penelitian ini menggunakan *filament* PETG (*Polyethylene terephthalate Glycol*) sebagai material untuk membuat spesimen. PETG merupakan salah satu jenis

polimer yang memiliki densitas $1,38 \text{ g/cm}^3$ dan mempunyai banyak keunggulan, antara lain ketahanan terhadap kondisi cuaca, tidak rusak atau kehilangan warnanya saat terkena sinar ultraviolet (UV), tidak menimbulkan bau saat proses pencetakan, memiliki sifat lekat yang unik sehingga mampu menempel di meja pemanas dengan baik, dan memiliki faktor penyusutan termal yang rendah (Riza *et al.*, 2020). Material PETG menjadi pilihan pada penelitian ini karena sifat-sifatnya yang kuat serta kemampuannya yang baik dalam proses cetak FDM.

Dalam proses *printing* pada mesin 3D *Printer* menggunakan FDM, hasil cetak sering memiliki kesalahan dimensi yang dapat mempengaruhi kualitas produk. Kesalahan dalam dimensi dapat berdampak pada kualitas permukaan hasil cetak, dimensi yang tidak akurat dapat menghasilkan hasil cetak dengan permukaan yang tidak rata atau cacat. Kualitas permukaan yang tidak akurat atau presisi juga dapat membatasi penggunaan produk dalam pengaplikasian yang memerlukan ketahanan permukaan yang tinggi. Pengaturan yang tidak tepat dari nilai parameter proses cetak mesin 3D *printer* adalah salah satu penyebab ketidakakuratan dimensi. Oleh karena itu, dalam penelitian 3D *printing* sangat penting untuk mengukur dan mengendalikan *error* dimensi. Selain *error* dimensi, porositas juga memberikan kerugian yang tidak dapat dihindari pada proses FDM, terlepas dari material apapun. Porositas adalah perbandingan volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh suatu bahan (Nuryati *et al.*, 2020). Porositas dapat secara langsung mempengaruhi akurasi dimensi serta kualitas permukaan dari hasil FDM dengan mempengaruhi struktur dan kepadatan bahan. Pengujian kekerasan permukaan pada spesimen hasil cetak juga sangat penting dilakukan untuk memastikan kualitas dan kesesuaian material yang digunakan (Pratama & Adib, 2022).

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan optimasi parameter cetak mesin 3D *Printer* dengan cara menentukan parameter cetak. Metode yang dapat digunakan untuk optimasi parameter yaitu DoE. DoE (*design of experiment*) merupakan salah satu metode yang bisa digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini. DoE merupakan teknik eksperimental yang membantu untuk menyelidiki kombinasi terbaik dari parameter proses, kuantitas yang berubah, tingkat dan kombinasi untuk rangka mendapatkan hasil yang statis yang dapat diandalkan (Budi *et al.*, 2018). Tipe metode *design of experiment* yang digunakan

yaitu pendekatan 2^k *factorial design*, tipe metode ini digunakan untuk memperoleh hasil *error* dimensi terkecil dan nilai kekerasan permukaan tertinggi. Metode 2^k *factorial design* adalah suatu desain analisis yang sederhana, dan juga membentuk desain dasar dari banyak kegunaan lainnya. Karena setiap iterasi lengkap dari desain memiliki 2^k berjalan, susunannya disebut desain faktorial 2^k (Montgomery, 2009). Pengujian kekerasan didasarkan pada standar ASTM D2240 menggunakan alat *Shore D Hardness Tester* atau yang lebih dikenal dengan Durometer. Parameter yang digunakan antara lain *temperature printing* ($^{\circ}\text{C}$), *fill pattern*, dan *fill density* (%). Pemilihan parameter *temperature printing* dikarenakan pengaturan suhu yang tepat dapat meminimalkan *error* dimensi dan mempengaruhi sifat mekanis material yang digunakan. *Temperature printing* yang tinggi menyebabkan *filament* lebih lunak dibandingkan dengan *temperature printing* yang rendah. *Filament* yang lunak akan lebih mudah meleleh dan mengalir keluar dari *nozzle*. Hal ini menyebabkan ekstrusi *filament* menjadi lebih banyak, sehingga membuat ketebalan *outline/perimeter shells* menjadi berlebih bahkan dapat melebihi lebar dari diameter lubang *nozzle* (Franando *et al.*, 2020). Sedangkan untuk pemilihan parameter *fill pattern* dan *fill density* pada pencetakan 3D *Printer* bertujuan untuk mengurangi konsumsi bahan cetakan yang berlebihan dan waktu cetak yang terlalu lama, namun tetap mempertimbangkan kekuatan dan kepadatan objek cetakan yang dibutuhkan. Pemilihan parameter *fill pattern* dan *fill density* juga bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas objek cetakan 3D dengan mengisi bagian dalam objek dengan pola dan struktur yang sesuai (Wardana *et al.*, 2023). Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3D *Printer* FDM. Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas hasil cetakan, seperti tingkat keakuratan dimensi, kekuatan, dan kekerasan permukaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dirumuskan permasalahan berupa bagaimana pengaruh parameter untuk material PETG menggunakan mesin 3D *Printer* FDM menggunakan parameter *fill density*, *fill pattern* dan *temperature printing* terhadap hasil cetak guna memperoleh *error* dimensi terkecil dan nilai kekerasan permukaan tertinggi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh parameter cetak terhadap hasil cetak pada mesin 3D *Printer* FDM untuk memperoleh hasil *error* dimensi terkecil.
2. Mengetahui pengaruh parameter cetak terhadap hasil cetak pada mesin 3D *Printer* FDM untuk memperoleh nilai kekerasan permukaan tertinggi.
3. Faktor yang berpengaruh untuk memperoleh nilai *error* dimensi terkecil dan nilai kekerasan permukaan tertinggi.
4. Mengetahui kombinasi yang optimal untuk menghasilkan nilai *error* dimensi terkecil dan nilai kekerasan permukaan tertinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah informasi tentang pengaruh parameter terhadap hasil cetak mesin 3D *Printer* FDM.
2. Menemukan kombinasi parameter cetak mesin 3D *Printer* yang optimal untuk menghasilkan *error* dimensi terkecil.
3. Menemukan kombinasi parameter cetak mesin 3D *Printer* yang optimal untuk menghasilkan nilai kekerasan permukaan tertinggi.

1.5 Batasan dan Asumsi

1.5.1 Batasan

Adapun Batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Metode yang digunakan adalah 2^k *factorial design* dengan 3 parameter yaitu *temperature printing* (°C), *fill pattern*, dan *fill density* (%).
2. Spesimen menggunakan bentuk balok mengacu pada standar ASTM D2240.

1.5.2 Asumsi

Adapun Asumsi dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin 3D *Printer* FDM dalam keadaan stabil selama proses *printing*.
2. Material PETG memiliki sifat mekanis yang stabil selama proses *printing*.

PERPUSTAKAAN
JENDERAL ACHMAD YANI
UNIVERSITAS YOGYAKARTA