

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *3D Printing* yang semakin meningkat pesat dan menjadi salah satu inovasi yang digunakan oleh berbagai industri termasuk industri manufaktur (Amrita et al., 2022). Teknologi *3D printing* atau *Additive manufacturing* (AM) merupakan suatu bidang yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan atau mencetak komponen manufaktur (Ismail et al., 2022). Kelebihan unik dari *3D printing* diantaranya seperti dapat menghasilkan bentuk cetakan yang diinginkan, produksi yang efektif dan efisien, dan waktu yang lebih singkat dari tahap konsep hingga produksi dibandingkan dengan manufaktur konvensional atau subtraktif (Ismail et al., 2022). Teknologi *3D printing* akan semakin dekat dengan konsumen, karena memungkinkan proses manufaktur yang lebih fleksibel, responsif, dan meningkatkan kontrol kualitas yang lebih baik (Vishwakarm et al., 2023). *3D printing* memiliki banyak metode pencetakan di antaranya *Stereolithography* (SLA) untuk cairan *photopolymer*, *Laminated Object Manufacturing* (LOM) untuk laminasi plastik, *Selective Laser Sintering* (SLS) untuk plastik atau serbuk logam dan *Fused Deposition Modeling* (FDM) untuk filamen plastik (Wickramasinghe et al., 2020).

Fused Deposition Modeling (FDM) menjadi salah satu metode *3D printing* yang banyak digunakan karena kemudahan operasional, biaya yang relatif rendah, dan mampu memproduksi objek dengan kompleksitas geometris yang tinggi secara efisien dan menghasilkan sedikit limbah melalui penyusunan objek *layer by layer* menggunakan filamen yang dilelehkan. (Padhy et al., 2023). Material cetak *3D Printing* FDM yang banyak digunakan seperti polylactic acid (PLA), ABS, polypropylene (PP), polyethylene (PE) dan beberapa material lainnya karena fleksibilitas, kemudahan proses, ringan, biaya rendah, serta sifat kimia dan mekanik yang sangat baik (Halim et al., 2021). Polyvinyl Butyral (PVB) menjadi salah satu material yang banyak digunakan oleh berbagai industri seperti industri otomotif dan menjadi bahan filamen percetakan 3D karena sifat mekaniknya yang baik, seperti

kekuatan tarik yang tinggi, ketahanan terhadap benturan, kejernihan optik, sifat adhesi yang kuat, dan fleksibilitas (Carrot et al., 2015). Material ini juga dapat digunakan untuk membuat produk-produk fungsional seperti untuk model arsitektur, miniatur, aksesoris rumah tangga dan produk fungsional lainnya.

Pada proses 3D *printing*, hasil cetakan sering tidak sesuai dengan spesifikasi desain rancangan, seperti ketidaksesuaian dimensi, kualitas permukaan hasil cetakan yang buruk, munculnya retak dan lainnya (Zakaria et al., 2022). Penyusutan filament plastik setelah diekstrusi merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi dalam proses 3D *printing* FDM. Filamen adalah bahan termoplastik yang memiliki karakteristik memuai dan menyusut (Khafid et al., 2024). Penyusutan dapat mempengaruhi kualitas produk hasil cetakan karena ketidaksesuaian dimensi hasil cetakan. Oleh karena itu, peneliti mengantisipasi penyusutan atau deviasi dimensi dengan menetapkan nilai toleransi antara $\pm 0,2$ mm hingga $\pm 0,5$ mm berdasarkan nilai toleransi yang digunakan oleh Sukindar et al. (2024) pada penelitian 3D *printing* FDM menggunakan filamen PLA-aluminum. Dalam proses 3D *printing*, kualitas hasil cetakan perlu diperhatikan, terutama akurasi dimensi, ketepatan dimensi yang dihasilkan menunjukkan kualitas produk cetakan yang lebih baik (Saputra et al., 2022). Parameter proses 3D *printing* seperti *print speed*, *layer height*, *nozzle temperature*, dan parameter lainnya dapat mempengaruhi sifat mekanik, kualitas produk, dan efisiensi suatu produk (Cholis et al., 2021). Penentuan kombinasi parameter proses yang optimal dan sesuai dengan jenis material yang digunakan menjadi salah satu solusi agar dapat menghasilkan hasil cetakan yang berkualitas dan sesuai dengan rancangan.

Optimasi parameter proses 3D *printing* pada material PVB dapat dilakukan menggunakan metode taguchi untuk mengoptimalkan kualitas produk dan proses. Metode ini dipilih karena penerapan konsep *robust design* yang dapat menghasilkan desain produk yang kokoh terhadap faktor gangguan atau variasi selama proses. Metode taguchi dapat digunakan untuk melakukan optimasi pada proses manufaktur seperti 3D *printing*, dimana proses ini rentan terhadap variasi faktor gangguan (*noise*) lingkungan dan karakteristik material, seperti penyusutan filamen PVB. Pendekatan ini membantu penelitian tidak hanya menentukan kombinasi

parameter proses optimal yang menghasilkan dimensi paling akurat serta tahan terhadap faktor gangguan (*noise*), tetapi juga dapat memastikan bahwa kombinasi parameter yang didapat mampu menghasilkan produk dengan dimensi yang tetap akurat dan konsisten dalam berbagai kondisi. Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi parameter proses 3D *Printing* FDM yang optimal pada material PVB dan mengetahui parameter proses yang berpengaruh signifikan terhadap akurasi dimensi yang digunakan sebagai variabel respon. Parameter bebas yang dikaji pada penelitian ini untuk mendapatkan hasil cetakan dengan dimensi yang sesuai rancangan adalah *nozzle temperature*, *layer height*, *infill density*, dan *print speed*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kombinasi parameter proses 3D *printing* yang optimal pada material PVB terhadap akurasi dimensi?
2. Parameter proses apa saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap akurasi dimensi pada hasil cetak material PVB dengan 3D *Printing* FDM?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini ialah untuk :

1. Menentukan kombinasi parameter proses 3D *Printing* FDM yang optimal pada material PVB terhadap akurasi dimensi.
2. Menganalisis parameter proses yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap akurasi dimensi pada material PVB.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ialah :

1. Menentukan parameter cetak yang optimal terhadap akurasi dimensi pada material PVB, sehingga dapat membantu pengguna menghasilkan cetakan 3D *Printing* FDM yang berkualitas.

2. Memberikan referensi kepada peneliti selanjutnya mengenai parameter cetak 3D *Printing* FDM yang optimal pada material PVB.

1.5 Batasan dan Asumsi

Batasan dan Asumsi pada penelitian ini antara lain :

1.5.1 Batasan

1. Mesin 3D *Printer* yang digunakan adalah mesin FDM dengan spesifikasi ukuran cetak 220x220x250 mm.
2. Parameter proses yang diteliti yaitu *nozzle temperature*, *layer height*, *print speed*, dan *infill density*.
3. Material yang digunakan ialah *Polyvinyl Butyral* (PVB) berdiameter 1.75 mm.
4. Pada masing-masing parameter proses hanya terdapat tiga nilai level.
5. Replikasi pada eksperimen hanya dilakukan sebanyak 3 kali.

1.5.2 Asumsi

1. Mesin 3D *Printer* FDM dalam kondisi baik dan stabil saat proses pencetakan berlangsung.
2. Mesin 3D *Printer* FDM dikalibrasi sesuai dengan ketentuan.