

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi manufaktur aditif atau pencetakan tiga dimensi (*3D printing*) menunjukkan kemajuan yang sangat signifikan dan telah diterapkan secara luas di berbagai bidang, baik industri maupun pendidikan. Teknologi ini memungkinkan proses produksi dilakukan secara langsung berdasarkan model digital melalui proses penambahan material secara bertahap lapis demi lapis hingga terbentuk suatu objek tiga dimensi. teknologi manufaktur secara umum dibagi menjadi dua yaitu manufaktur konvensional dan manufaktur aditif. manufaktur konvensional merupakan metode produksi yang telah lama digunakan dan masih menjadi dasar utama dalam berbagai kegiatan industri. Proses manufaktur konvensional umumnya mencakup pemesinan (*machining*), pengecoran (*casting*), pembentukan (*forming*), dan perakitan (*assembly*), yang memerlukan penggunaan cetakan, peralatan khusus, serta mesin dengan kapasitas besar. Selain manufaktur konvensional, manufaktur aditif adalah teknologi modern yang memungkinkan pembuatan produk melalui proses penumpukan lapisan material yang sangat tipis berdasarkan desain digital tiga dimensi (3D) yang dirancang menggunakan perangkat lunak *Computer Aided Design (CAD)*. Teknologi ini termasuk sebagai salah satu inovasi mutakhir dalam bidang teknologi manufaktur. Keberadaan inovasi tersebut menarik perhatian secara global, khususnya di kalangan ilmuwan dan peneliti yang terus mencari terobosan baru. menawarkan keunggulan berupa fleksibilitas desain yang lebih tinggi, efisiensi penggunaan material, serta kemampuan menghasilkan bentuk geometris yang kompleks dalam waktu produksi yang relatif singkat.

Salah satu teknologi manufaktur aditif yang paling banyak diaplikasikan adalah *Fused Deposition Modeling (FDM)*. Teknologi ini banyak digunakan karena kemudahan dalam pengoperasian, biaya investasi dan operasional yang relatif terjangkau, serta ketersediaan material termoplastik seperti *Polylactic Acid (PLA)*

dan *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) yang mudah ditemukan di pasaran. Menurut Özen *et al.* (2021), teknologi *FDM* termasuk dalam kategori *material extrusion*, yaitu proses pencetakan yang dilakukan dengan memanaskan *filamen* termoPLastik hingga mencapai titik lelehnya, kemudian diekstrusikan melalui *nozzle* dan dideposisikan secara berlapis dalam kondisi viskos. Material yang telah dideposisikan selanjutnya mengalami proses pendinginan dan pemadatan sehingga membentuk komponen tiga dimensi sesuai dengan geometri yang telah dirancang.

Meskipun proses pencetakan dengan metode *FDM* tergolong sederhana, kualitas dan sifat mekanik produk hasil cetak sangat dipengaruhi oleh pengaturan parameter proses selama pencetakan. Parameter proses seperti kecepatan pencetakan (*printing speed*), kerapatan *infill* (*infill density*), *orientasi* pencetakan (*printing orientation*), ketebalan lapisan (*layer thickness*), serta suhu ekstruder memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan mekanik dan kualitas permukaan produk. Pengaturan parameter yang tidak optimal dapat menyebabkan lemahnya ikatan antar lapisan (*interlayer bonding*), meningkatnya porositas, serta ketidakhomogenan struktur internal, yang pada akhirnya menurunkan kualitas dan sifat mekanik produk akhir (Alsoufi & Elsayed, 2021).

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, Meskipun teknologi *3D printing* metode *Fused Deposition Modeling* (*FDM*) telah banyak digunakan, hingga saat ini masih terdapat permasalahan terkait konsistensi kualitas dan sifat mekanik produk, khususnya pada spesimen uji tarik *ASTM D-638* dan uji Tekan berbahan *Polylactic Acid* (*PLA*). Perbedaan karakteristik mekanik dan kualitas permukaan yang muncul meskipun menggunakan material dan standar spesimen yang sama menunjukkan bahwa pengaruh *parameter proses pencetakan* belum sepenuhnya dipahami. Variasi *infill density*, *kecepatan pencetakan*, dan *orientasi pencetakan* berpengaruh terhadap kualitas struktur material yang berdaMPak pada *kekuatan tarik*, *kekerasan*. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya masih berfokus pada *uji tarik* saja, sehingga belum memberikan gambaran menyeluruh terkait performa mekanik dan kualitas permukaan produk. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang menganalisis pengaruh variasi parameter proses *3D printing FDM* terhadap *uji tarik*, *uji kekerasan*, secara terintegrasi.

Dalam penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini (Viery Syahanifadhe et al., 2023) “Optimasi Parameter Pada Proses Pencetakan *3D printing FDM (Fused Deposition Modeling)* Terhadap Kualitas Produk Berbahan *Filamen PLA (Polylactic Acid)* Dengan Pendekatan *Taguchi Multi Response Signal To Noise*” penelitian ini menggunakan metode *Taguchi* dengan variasi pengujian uji tarik dan kekasaran permukaan. proses pencetakan dilakukan menggunakan teknologi *3D printing FDM* yang direpresentasikan melalui pembuatan spesimen uji berstandar *American Society for Testing and Materials (ASTM) D-638*. Spesimen dicetak menggunakan material *PLA (Polylactic Acid)*, yang memiliki rentang suhu pencetakan antara 165°C hingga 230°C, bergantung pada jenis dan merek *PLA* yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Gita Suryani Lubis, dkk, (2021) dengan “judul Analisis Pengaruh Parameter Proses terhadap Uji Tarik Produk Hasil *3D printing* Berbahan *Polylactic Acid*” bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi parameter proses pencetakan *3D printing* metode *Fused Deposition Modeling (FDM)* terhadap kekuatan tarik material *PLA*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan rancangan full factorial, di mana spesimen dicetak menggunakan printer 3D Ender 3 Pro dan dilakukan pengujian tarik berdasarkan standar *ASTM D638*. Adapun keterbatasan dari penelitian ini adalah pengujian yang dilakukan hanya berfokus pada sifat mekanik tarik, tanpa mempertimbangkan sifat mekanik lainnya seperti uji tekan, uji kekerasan, maupun kualitas permukaan, serta belum mengkaji pengaruh *orientasi* pencetakan.

Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini dilakukan untuk Analisis Pengaruh Parameter Proses *3D printing* Terhadap Pengujian Spesimen *Polylactic Acid (PLA)* dengan memvariasikan *infill density*, kecepatan cetak, dan *orientasi* pencetakan. Evaluasi dilakukan melalui uji tarik untuk menentukan kekuatan mekanik material, guna mengevaluasi kualitas hasil cetak. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman mengenai hubungan antara parameter proses *FDM* dan karakteristik material *PLA*, serta menjadi acuan dalam penentuan parameter pencetakan yang optimal untuk kebutuhan laboratorium, pendidikan, dan industri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh perubahan parameter proses *3D printing Fused Deposition Modeling (FDM)*, seperti *infill density*, kecepatan cetak (*printing speed*), dan *orientasi pencetakan (printing orientation)* terhadap kekuatan tarik spesimen *Polylactic Acid (PLA)*?
2. Bagaimana pengaruh variasi *infill density*, kecepatan pencetakan (*printing speed*), dan *orientasi pencetakan (printing orientation)* pada proses *3D printing FDM* terhadap kekuatan Tekan spesimen *Polylactic Acid (PLA)*?
3. Menentukan kombinasi parameter terbaik melalui penerapan metode *Taguchi* untuk meningkatkan kualitas hasil proses.

1.3. Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh parameter proses *3D printing* terhadap spesimen *Polylactic Acid (PLA)*. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi parameter proses *3D printing Fused Deposition Modeling (FDM)*, yaitu *infill density*, kecepatan pencetakan (*printing speed*), dan *orientasi pencetakan (printing orientation)*, terhadap kekuatan tarik spesimen *Polylactic Acid (PLA)* berdasarkan standar pengujian *ASTM D-638*.
2. Untuk Mengetahui pengaruh variasi parameter proses *3D printing FDM* terhadap kekuatan Tekan spesimen *Polylactic Acid (PLA)* berdasarkan standar *ASTM D-695*
3. Untuk Menentukan parameter terbaik melalui penerapan metode *Taguchi* untuk meningkatkan kualitas hasil proses

1.4. Manfaat

Penulis berharap penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan sesuai standar pengujian sehingga memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan bisa menambah referensi dan bahan bacaan ilmiah tentang teknologi *3D printing*.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai panduan dalam mengatur parameter proses *3D printing* agar hasil cetakan yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan dan tujuan pengujian.
3. Penelitian ini diharapkan dapat membantu penerapan teknologi *3D printing* dalam pembuatan komponen yang telah memenuhi standar uji.

1.5. Batasan Masalah

Dalam menyusun skripsi ini penulis membatasi materi penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas teknologi manufaktur aditif (*3D printing*).
2. Metode *3D printing* yang digunakan dalam penelitian ini di lakukan pada *Fused Deposition Modeling (FDM)* dengan merk *Creality k1*
3. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Polylactic Acid (PLA)*.
4. Pengujian mekanik yang dilakukan meliputi uji tarik, uji kekerasan.
5. Parameter proses *3D printing FDM* yang dihasilkan adalah kecepatan pencetakan, kerapatan *infill (infill density)*, dan posisi pencetakan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun untuk mempermudah pembaca dalam memahami isi dan tahapan penelitian.

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan, Manfaat dan batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori dasar dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian, meliputi teknologi *3D printing FDM*, material *PLA*,

parameter proses pencetakan, serta pengujian sifat mekanik dan kualitas permukaan.

BAB III: METODELOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi alat dan bahan, desain spesimen uji berdasarkan standar *ASTM D-638*, variasi parameter pencetakan, prosedur pencetakan, serta metode pengujian dan analisis data.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian sifat mekanik dan kualitas permukaan spesimen *PLA* serta pembahasan pengaruh variasi parameter proses *3D printing FDM* terhadap hasil yang diperoleh.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA