

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses manufaktur *additive manufacturing* menggunakan mesin *printer* 3D telah menarik minat dunia industri, begitu pula dengan para peneliti dan akademik. Teknologi *printer* 3D merupakan salah satu teknologi manufaktur untuk fabrikasi suatu objek dengan teknik *layer by layer* (lapis demi lapis) (Mohamed, 2015). Pada proses fabrikasinya, suatu objek akan didesain terlebih dahulu menggunakan komputer melalui software *computer aided design (CAD) structure*, yang kemudian suatu objek akan dibentuk dengan lapis demi lapis oleh mesin *printer* 3D. Proses ini memiliki sedikit perbedaan dengan proses manufaktur konvensional seperti pada proses *computer numerical controlled (CNC)* yang mengikis material padat menjadi suatu objek tertentu. Keuntungan utama dari proses *printer* 3D ini adalah dapat menghasilkan benda dengan desain struktur dan geometri yang kompleks. Teknologi *printer* 3D telah diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan industri, seperti pada industri pesawat terbang, otomotif dan manufaktur, peralatan medis, arsitektur, seni, makanan dan pakaian (Al Abadi et al, 2018). Pada penelitian-penelitian yang sedang berkembang saat ini, seperti pada bidang konstruksi dan penguatan struktur, teknik *printer* 3D membuat pengaruh yang luar biasa dengan digunakannya material semen untuk proses fabrikasinya (Khoshnevis, 2004).

Ada beberapa metode dalam proses *printing* 3D, seperti *fused deposition modelling (FDM)*, *direct metal deposition (DMD)*, *selective laser sintering (SLS)*, *Ink Jet Modelling (IJM)* dan *stereo lithography (SLA)* (Mohamed, 2015). Pada umumnya metode *fused deposition modelling* merupakan metode yang sering digunakan dalam proses fabrikasi. Pada proses ini, filamen termoplastik sebagai bahan *filler* dipanaskan didalam *nozzle* dengan temperatur yang diatur sesuai karakteristik material (temperature leleh). Kemudian, material yang telah meleleh didorong keluar dari *nozzle* menuju *print bed*.

Produk *printer* 3D memiliki sifat anisotropik karena arahnya tergantung dari proses *printing* 3D (Al Abadi et al, 2018). Material yang dimasukkan kedalam

mesin *printer* 3D dapat diklasifikasikan dari bentuknya yaitu cair, bubuk atau padat. Berbagai macam material seperti plastik, keramik, logam, dan komposit dapat digunakan dalam proses ini, namun material yang sering digunakan adalah material polimer seperti *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS), *polycarbonate* (PC), *polystyrene*, *nylon*, *polylactic acid* (PLA), dan *polyurethane*.

Menurut Mahardika (2018), PLA dan ABS merupakan material yang sering digunakan sebagai filamen untuk fabrikasi menggunakan mesin *printer* 3D, sehingga telah banyak penelitian yang dilakukan menggunakan kedua bahan tersebut. Akan tetapi, nylon merupakan bahan yang relative jarang digunakan sebagai filamen untuk fabrikasi mesin *printer* 3D (Sari, 2017). Filamen nylon biasanya hanya digunakan untuk membuat bagian-bagian structural yang membutuhkan kekuatan mekanis yang besar.

Pada tahun 2017, David mengatakan bahwa perusahaan manufaktur *printer* 3D Airwolf 3D di California telah melakukan pengujian untuk mengetahui filamen *printer* 3D yang terkuat. Pengujian dilakukan dengan menggunakan filamen Nylon, ABS dan PLA yang dicetak menjadi bentuk kait menggunakan *printer*. Pengujian dilakukan dengan mengangkat sebuah ban traktor dengan berat 150 kg. kait-kait tersebut kemudian diuji seberapa kuat mampu mengangkat beban berat. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa material nylon memiliki kekuatan sebesar 7000 psi yang lebih besar daripada material ABS dan PLA memiliki kekuatan yang hampir sama yaitu 4700 psi.

Proses manufaktur *fused deposition modelling* (FDM) dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, akan membutuhkan biaya yang tinggi dalam prosesnya, sehingga harus mengoptimalkan parameter prosesnya (Anithaa et al, 2001). Metode Taguchi merupakan metode yang seringkali digunakan untuk mengoptimalkan parameter pada produk 3D *printing*. Pendekatan metode Taguchi menunjukkan pengaruh pada setiap parameter yang dimasukkan. Penelitian menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dilakukan dalam mengidentifikasi pentingnya masing-masing variasi parameter proses terhadap respon kualitas produk. Keuntungan utama dari desain eksperimen menggunakan teknik Taguchi adalah penyederhanaan rencana eksperimen dan efek interaksi pada parameter yang berbeda (Anithaa dkk, 2001). Sembilan percobaan pernah dilakukan dengan menggunakan *array ortogonal* Taguchi L9 (3) menunjukkan tebal lapisan (*layer height*) sebesar 0.3 mm

memberikan hasil yang lebih baik pada bidang XY, sedangkan nilai terbaik untuk bidang Z diperoleh dengan tebal lapisan (*layer height*) sebesar 0.2 mm (Moza dkk, 2015).

Di sisi lain perkembangan yang semakin baik juga terjadi pada *software 3D printing tools*. Penggunaannya yang sudah secara *open source*, telah membuat 3D *printing* tersedia untuk umum dengan biaya yang rendah. *Software* ini sangat penting untuk memudahkan proses *slicing* pada desain CAD yang akan dicetak. beberapa contoh *software* yang dapat diunduh dan digunakan secara gratis seperti Repetier-Host, Slic3r, dan Cura. Namun, dengan kemudahan itu penggunaan aplikasi dari produk 3D *printing* pada umumnya masih terbatas secara DIY (*do it yourself*). Bahan filamen polimer untuk FDM banyak digunakan untuk membuat prototipe dan produk untuk kinerja rendah, namun sebenarnya permintaan produk berbahan polimer untuk kinerja tinggi semakin meningkat (Foster, 2015). Tantangan pada teknologi 3D *printing* adalah kemungkinan untuk membuat prototipe untuk mendesain ulang suatu produk dengan cepat, kuat, dan murah. Salah satu contohnya adalah dengan cara membuat produk yang berongga dengan struktur pada bagian dalam (*infill*) dan tidak sepenuhnya terisi bahan sehingga dapat mengurangi jumlah material, berat, dan waktu pencetakan (Thomas dkk, 2016). Oleh karena itu, penelitian tentang pengaruh parameter terhadap kualitas dan kekuatan produk 3D *printing* perlu dilakukan.

Penelitian ini memfokuskan pada pengaruh variasi parameter proses 3D *printing* dengan bahan filament nylon 6. Parameter proses yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *nozzle temperature*, *infill density* dan *layer thickness*. Selanjutnya dilakukan pengukuran dimensi dan uji kekuatan tarik untuk mengetahui sifat mekanik dari produk 3D *printing*. Dengan menggunakan desain eksperimen taguchi akan didapat data-data hasil percobaan, kemudian diolah secara statistik untuk mengetahui jumlah percobaan dan variasi yang disesuaikan dengan jumlah level yang digunakan pada penelitian. Pada hasil respon dilakukan analisis menggunakan ANOVA dan SNR untuk mengetahui pengaruh parameter optimum dan kombinasi level optimum untuk memperbaiki kualitas produk 3D *printing*. Selanjutnya dilakukan validasi pada hasil kombinasi yang didapat dari metode taguchi tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

1. Pengaturan parameter proses *3D printing* meliputi *nozzle temperature*, *infill density* dan *layer thickness* terhadap respon akurasi dimensi dan kekuatan tarik.
2. Kombinasi level parameter optimal untuk mendapatkan nilai akurasi dimensi dan kuat tarik tertinggi dengan menggunakan Metode Taguchi.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, pada penelitian ini penulis membatasi hanya membahas permasalahan bagaimana mengoptimalkan parameter proses pada mesin *3D printing* dengan filamen *Nylon 6* menggunakan metode desain eksperimen taguchi meliputi :

1. *3D Printing* yang digunakan adalah *gatefromC02* dengan *software tools* yang digunakan adalah *Slic3r* dan *Repetier-Host*.
2. Bahan yang digunakan adalah filament *nylon 6* dengan diameter 1,75mm.
3. Parameter proses yang digunakan adalah *nozzle temperature*, *infill density* dan *layer thickness* dengan cara mengubah kombinasi pengaturan pada *software slicer*, sementara pengaturan selain parameter proses *nozzle temperature*, *infill density* dan *layer thickness* dibuat sesuai pengaturan default.
4. Spesimen dibuat dengan ukuran yang mengacu pada standar dimensi ASTM D-638 tipe 1.
5. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan Metode Taguchi

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh parameter proses *3D printing* terhadap respon akurasi dimensi dan kekuatan tarik untuk bahan *nylon 6* menggunakan Metode Taguchi.

2. Mendapatkan kombinasi level parameter proses yang optimal terhadap respon akurasi dimensi dan nilai kuat tarik pada proses 3D *printing* untuk bahan *Nylon 6*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberi informasi mengenai pengaturan parameter proses 3D *printing* yang berpengaruh terhadap sifat mekanik dari produk dengan menggunakan metode desain eksperimen taguchi. Sehingga dapat mengetahui pengaruh parameter terhadap akurasi dimensi dan sifat mekanik dari produk dari filamen berbahan *Nylon 6*.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan yang menjadi dasar.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tinjauan pustaka dari penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk penelitian yang akan dilakukan dan dasar teori yang menjadi landasan untuk melaksanakan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran untuk penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Memuat sumber rujukan yang berisi jurnal, buku, website yang dirujuk dalam naskah penulisan tugas akhir.