BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

3D *Printing* atau *Additive Manufacturing* (AM) merupakan teknologi manufaktur non konvensional yang digunakan untuk membuat benda padat tiga dimensi dari file digital. Proses ini menggunakan mesin 3D *printer* yang terhubung dengan komputer dan *software* khusus untuk menjalankannya. Dengan teknik *layer-by-layer* (lapis demi lapis) teknologi ini mampu membuat benda-benda berbentuk rumit dengan biaya yang relatif rendah dan dalam rentang waktu yang singkat. Aplikasi teknologi 3D *printing* ini banyak digunakan untuk membuat purwa rupa (*prototype*) pada bidang medis, dental, penerbangan, otomotif dan arsitektur (Al Maliki, 2015).

Rapid prototyping merupakan teknik yang digunakan untuk mengubah data *Computer Aided Design* (CAD) menjadi benda 3D dengan *Additive Manufacturing* atau teknologi 3D *printing*. Berkembangnya teknologi *rapid prototyping* membuat proses desain atau pengembangan produk menjadi lebih cepat. Beberapa teknologi *rapid prototyping* yang berkembang saat ini adalah *Selective Laser Sintering* (SLS), *Continous Liquid Interface Production* (CLIP), *Fused Deposition Modeling* (FDM), dan *Stereolithography* (SLA) (Budiman, 2016).

FDM merupakan jenis teknologi *rapid prototyping* yang paling umum digunakan saat ini karena biayanya yang rendah. Teknologi FDM bekerja dengan menggunakan bahan pengisi berbentuk filamen yang dipanaskan didalam *print head* untuk melelehkan material lalu menghasilkan ekstrusi yang membentuk lapisan demi lapisan. *Print head* dapat dipindahkan baik pada arah horizontal dan vertikal dengan mekanisme yang dikontrol secara numerik yang secara langsung dikendalikan oleh perangkat lunak bantu komputer (Maliki, 2015). Saat ini perkembangan perangkat lunak bantu untuk pencetakan 3D semakin baik, bahkan tersedia secara *open source* misalnya Repetier-Host, Cura, Craftware dan Slic3r

sehingga dengan ini pengguna dapat mudah memilih *software tool* yang diinginkan.

Material yang digunakan pada *Rapid prototyping* teknologi FDM memiliki banyak jenis antara lain polimer, logam, keramik dan kayu yang berbentuk filamen dengan diameter tertentu. Polimer merupakan material yang paling umum digunakan karena memiliki banyak kelebihan antara lain, harga relatif murah, tahan korosi, memiliki konduktifitas listrik dan panas yang rendah, massa jenis rendah, memiliki kekuatan yang tinggi, serta tersedia dalam berbagai macam warna (Budiman, 2016). Polimer yang digunakan dalam pencetakan 3D biasanya berasal dari *Polylactic Acid* (PLA), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polyethlene Terephtalate Glycol* (PETG), *Polyamide*, *Polyvinyl Alcohol* (PVA), dan *Poly Carbonate* (PC).

PET (*Polyethylene Terephthalate*) adalah jenis polimer yang umum digunakan dalam pencetakan 3D saat ini. PET biasanya digunakan untuk membuat kemasan makanan, botol air, dan barang plastik lainnya. PET memiliki densitas 1,38 g/cm^3 dengan suhu pencetakan antara 230°C-265°C dan suhu *bed* diatas 60˚C. keunggulan PET diantaranya, memiliki ketahanan yang baik terhadap kondisi cuaca, tidak rusak atau kehilangan warnanya saat terkena sinar UV, tidak menimbulkan bau saat proses pencetakan, memiliki sifat adhesi yang unik sehingga mampu menempel di meja pemanas dengan baik dan memiliki faktor penyusutan termal yang rendah (Grabowik, 2017). PET tidak cocok digunakan dalam pencetakan 3D karena secara kimia mudah terserang molekul air pada temperatur lelehnya. PET datang dalam beberapa bentuk modifikasi yang meliputi GPET, PETP, PETT, dan PETG. PET dimodifikasi agar tahan terhadap hidrolisis dengan campuran Glikol (*Polyethylene Terephthalate Glycol-modified*) sehingga membuat produk yang dihasilkan lebih transparan, tidak rapuh dan mudah digunakan untuk pencetakan 3D daripada PET (Lehrer, 2017). Sebagai bahan filamen 3D *printing*, PETG telah membuktikan kualitasnya sebagai jenis polimer yang tahan lama dan dapat didaur ulang.

Melakukan pengujian terhadap material perlu dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu material. salah satu pengujian yang sering dilakukan

adalah pengujian tarik. Sebelumnya, Mahardika (2017) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh parameter proses 3D *printing* berbasis FDM terhadap kekuatan tarik pada material *Polyactic Acid* (PLA) menggunakan Metode Taguchi. Parameter proses yang diujikan yaitu *nozzle temperature* dengan nilai 205˚C, 210˚C, dan 215˚C, *extrusion width* dengan nilai 0.3 mm, 0.35 mm, dan 0.4 mm, *infill density* dengan nilai 25%, 50%, dan 75% dan *infill pattern* dengan pola *honeycomb, grid,* dan *triangles*. Hasil penelitian menunjukkan, pemberian variasi pada parameter proses mempengaruhi sifat mekanik kekuatan tarik pada setiap spesimennya. *infill density* dan *nozzle temperature* menjadi parameter proses paling berpengaruh terhadap respon kekuatan tarik dengan nilai kontribusi sebesar 40.78% dan 14.17%. Spesimen dengan kombinasi level parameter *nozzle temperature* 215˚C, *extrusion width* 0.35 mm, *infill density* 75%, dan pola *honeycomb* menghasilkan spesimen dengan kuat tarik tertinggi sebesar 30.52 MPa.

Pemilihan parameter proses untuk membuat produk atau *prototype* merupakan hal yang penting dalam perancangan dan pembuatan produk karena kualitas produk manufaktur FDM dipengaruhi oleh parameter proses. Ada banyak metode yang digunakan untuk mengoptimalkan parameter proses yaitu dengan membuat desain eksperimen. Optimalisasi parameter proses membantu untuk mengetahui pengaturan parameter yang paling optimal guna untuk meningkatkan kualitas produk (Patel, 2012). Metode Taguchi merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk perancangan desain eksperimen, karena dapat memberikan penyederhanaan rencana eksperimental dengan melakukan jumlah eksperimen yang lebih sedikit menggunakan array ortogonal (Darbar, 2013). *Signal noise ratio* (SNR) dan *Analysis of variance* (ANOVA) dilakukan untuk menganalisa perbandingan variasi parameter proses terhadap kekuatan tarik.

Santhakumar dkk, (2017) melakukan penelitian mengenai optimasi parameter proses FDM terhadap respon karakteristik mekanik terutama kekuatan tarik pada bahan *Acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) dengan menggunakan Metode Taguchi. Parameter yang diujikan yaitu *layer thickness* dengan nilai 0.127 mm, 0.178 mm, dan 0.254 mm, *build orientation* dengan nilai 0˚, 30˚, dan 60˚ dan *infill*

density dengan nilai 50%, 75% dan 100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *layer thickness* adalah parameter yang paling signifikan berpengaruh terhadap respon karakteristik mekanik, lalu diikuti parameter *build orientation* dan *infill density*. Parameter optimal untuk mendapatkan kekuatan tarik maksimum sebesar 41.30 MPa terdapat pada kombinasi level parameter *layer thickness* 0.127 mm, *build orientation* 60˚, dan *infill density* 100%.

Teknologi 3D *printing* berkembang sangat cepat dan mulai banyak digunakan oleh industri karena memiliki banyak kelebihan, antara lain proses pembuatan yang cepat, pilihan jenis material yang sangat banyak, biaya perawatan rendah, serta mampu membuat benda dengan bentuk geometris yang kompleks (Budiman, 2016). Manufaktur FDM digunakan untuk memproduksi barang rumah tangga, peralatan, mainan dan poduk yang bernilai seni (Tymrak, 2014). karena alasan hasil produk 3D *printing* digunakan sebagai produk jadi yang fungsional, sehingga dibutuhkan informasi mengenai karakteristik mekanik dari produk 3D *printing*. Oleh karena itu, penelitian tentang pengaruh parameter proses terhadap sifat mekanik produk perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik mekanik dari produk 3D *printing*, serta untuk mengetahui bagaimana cara mendapatkan karakteristik mekanik bahan terutama kuat tarik yang optimal.

Penelitian ini memfokuskan pengaruh variasi parameter proses 3D *printing* terhadap respon kekuatan tarik pada bahan PETG dengan menggunakan desain eksperimen Metode Taguchi. Parameter proses yang diujikan meliputi *nozzle temperature, extrusion width* dan *feed rate.* Selanjutnya dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui sifat mekanik kuat tarik produk. Hasil respon dianalisis menggunakan ANOVA dan SNR untuk mengetahui pengaruh parameter yang paling optimal serta kombinasi level optimal untuk memperbaiki kualitas produk 3D *printing*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Pengaruh parameter proses *3D Printing* meliputi *nozzle temperature, extrusion width* dan *feed rate* 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

Pada penelitian ini penulis memberikan batasan masalah agar menghasilkan suatu yang bersifat khusus. Adapun batasan masalah yang diberikan adalah sebagai beikut:

1. Penelitian ini menggunakan mesin 3D *printer* Prusa-i3 yang berada di Laboratorium Mekatronika Jurusan Teknik Mesin UMY.
2. Bahan yang digunakan adalah filamen *Polyethlene Terephtalate Glycol* (PETG) dengan diameter 1,75mm.
3. Spesimen dibuat dengan ukuran yang mengacu pada standar dimensi ASTM D-638 tipe 1.
4. Parameter proses yang digunakan adalah *nozzle temperature, extrusion width* dan *feed rate* dengan cara mengubah kombinasi pengaturan pada *software slicer*, sementara pengaturan selain parameter proses *nozzle temperature, extrusion width* dan *feed rate* dibuat sesuai pengaturan default.
5. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan Metode Taguchi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai di dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh parameter proses 3D *Printing* terhadap respon akurasi dimensi dan kekuatan tarik untuk bahan PETG menggunakan Metode Taguchi.
2. Menentukan kombinasi level parameter optimal untuk mendapatkan nilai akurasi dimensi dan kuat tarik tertinggi untuk bahan PETG.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi kekuatan tarik Produk 3D *Printing* untuk bahan PETG.

2. Mendapatkan kombinasi level parameter proses 3D *Printing* yang optimal untuk respon akurasi dimensi dan kuat tarik bahan PETG.

1.6 Sistematika Penulisan

Proses penyusunan laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan maksud agar penulisan tugas akhir ini dapat dilakukan secara sistematis. Susunan penulisan pada tugas akhir ini sebagai berikut:

BAB I : Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : Bab ini berisi tinjauan pustaka yang memuat uraian sistematis tentang hasil-hasil yang didapat dari penelitian terdahulu dan berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Dasar teori yang menjadi landasan untuk melaksanakan penelitian.

BAB III : Bab ini berisikan metode penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir.

BAB IV : Bab ini berisikan hasil penelitian dan pembahasan.

BAB V : Bab ini berisikan kesimpulan dan saran setelah dilakukannya penelitian.