

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan 3D *printing* di dunia industri manufaktur mulai digemari dan perkembangannya sangat pesat, disebabkan oleh permintaan pasar yang semakin bertambah. Manufaktur sendiri memiliki arti memproses atau mengubah barang mentah menjadi barang yang bisa digunakan dengan bantuan mesin dan keahlian manusia sebagai pengendalinya. Proses *rapid prototype* adalah metode-metode yang digunakan untuk membuat model bersekala (*prototipe*) dari bagian (*part*) satu produk ataupun rakitan (*assembly*) dan proses ini sering juga disebut sebagai *additive manufacturing*. Teknologi 3D *printing* atau *additive manufacturing* yang digunakan untuk membuat lapisan material yang disusun satu persatu dengan kontrol komputer menghasilkan struktur tiga dimensi (3D) (Thomas dkk, 2016).

Dengan menggunakan teknologi *fused deposition modeling* (FDM) untuk pencetakan 3D akan mengurangi biaya produksi, proses pembuatan produk menjadi lebih cepat dan biaya yang dikeluarkan lebih rendah (Al-Maliki, 2015). Beberapa sistem *additive manufacturing* yang ada di perindustrian seperti *direct metal deposition* (DMD), *inkjet modeling* (IJM), *selective laser sintering* (SLS), *stereo-lithography* (SLA) dan *fused deposition modeling* (FDM) (Mohamed dkk, 2015).

Teknologi FDM bekerja dengan menggunakan bahan pengisi berbentuk filamen yang dipanaskan didalam *print head*. Oleh karena itu banyak terdapat di pasar industri berbagai jenis filamen, seperti *polylactic acid* (PLA), *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS), *nylon*, *polyethylene terephthalate glycol* (PETG) dan *polycarbonat* (PC). Dari berbagai jenis filamen memiliki karakteristik yang berbeda antara satu dengan yang lain.

PET (*Polyethylene Terephthalate*) merupakan jenis polimer yang umum digunakan dalam pencetakan 3D saat ini. PET biasanya digunakan untuk membuat botol air, kemasan makanan, dan barang plastik lainnya. PET memiliki densitas $1,38 \text{ g/cm}^3$ untuk suhu pencetakan antara 230°C - 265°C dan suhu bed

diatas 60°C. PET mempunyai keunggulan 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 murni tidak cocok digunakan dalam pencetakan 3D karena secara kimia mudah terserang molekul air pada temperatur lelehnya. Bentuk modifikasi PET meliputi GPET, PETP, PETT, dan PETG. PET dimodifikasi agar tahan terhadap hidrolisis dengan campuran Glikol (*Polyethylene Terephthalate Glycol-modified*) sehingga produk yang dihasilkan lebih transparan, lebih kuat dan mudah digunakan daripada PET mentah. Sebagai bahan filamen 3D *Printing*, PETG telah membuktikan kualitasnya sebagai jenis polimer yang tahan lama dan dapat didaur ulang (Lehrer, 2017). Sebagai bahan filamen 3D *printing*, PETG telah membuktikan kualitas sebagai jenis polimer yang tahan lama, dapat didaur ulang dan mudah digunakan.

Pada penelitian sebelumnya, Szczepanika dkk (2017) melakukan perbandingan kekuatan lentur tiga titik (*bending*), hasil yang didapat untuk kekuatan lentur PETG adalah 69 MPa, perbandingan dilakukan dengan ABS dengan kekuatan lentur 59 MPa. Adimas (2017) melakukan penelitian mengenai pengaruh parameter proses 3D *printing* berbasis *Fused Deposition Modeling* (FDM) terhadap kekuatan tarik pada material *Polyactic Acid* (PLA) menggunakan metode taguchi. Parameter proses yang digunakan yaitu *nozzle temperature* dengan nilai 205°C, 210°C, dan 215°C, *extrusion width* dengan nilai 0,3mm, 0,35mm, dan 0,4mm, *infill density* dengan nilai 25%, 50%, dan 75% dan *infill pattern* dengan pola *honeycomb*, *grid*, dan *triangles*. Pemberian variasi pada parameter proses mempengaruhi sifat mekanik kekuatan tarik pada setiap spesimennya. Parameter proses yang paling berpengaruh terhadap respon kekuatan tarik adalah *infill density* dan *nozzle temperature* dengan nilai kontribusi sebesar 40,78% dan 14,17%. Spesimen dengan kombinasi parameter *nozzle temperature* 215°C, *extrusion width* 0,35mm, *infill density* 75%, dan pola *honeycomb* menghasilkan spesimen dengan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 30,52 MPa.

Parameter proses untuk membuat produk atau *prototype* merupakan hal yang penting dalam perancangan dan pembuatan produk manufaktur FDM, pemilihan parameter proses menentukan kualitas produk. Ada banyak metode yang digunakan untuk pengoptimalan parameter proses yaitu dengan membuat desain eksperimen. Optimalisasi parameter proses membantu untuk mengetahui pengaturan parameter yang optimum guna untuk meningkatkan kualitas produk (Patel dkk, 2012).

Pengoptimalan parameter untuk mendapatkan proses manufaktur FDM yang diinginkan dengan menggunakan metode Taguchi pada produk 3D *printing*. Tujuan menggunakan metode Taguchi menentukan kombinasi parameter yang paling optimal. *Analysis of variance* (ANOVA) adalah teknik perhitungan yang memungkinkan secara kuantitatif mengestimasi kontribusi dari setiap faktor pada semua pengukuran respon. ANOVA yang digunakan pada desain parameter berguna untuk membantu mengidentifikasi kontribusi faktor sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan.

Penelitian ini memfokuskan pengaruh variasi parameter proses 3D *printing* terhadap respon kekuatan lentur pada bahan PETG dengan menggunakan Metode Taguchi. Proses yang digunakan sebagai parameter penelitian ini meliputi *extrusion width*, *nozzel temperatur* dan *feed rate*. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dengan melakukan pengujian lentur tiga titik dan akan didapat data-data hasil percobaan kemudian diolah secara statistik untuk mengetahui variasi parameter yang paling optimal. Analisis menggunakan ANOVA untuk mengetahui parameter dan kombinasi level optimum untuk memperbaiki kualitas produk 3D *printing*. Karena alasan hasil produk 3D *printing* digunakan sebagai produk yang fungsional, sehingga dibutuhkan informasi mengenai karakteristik mekanik dari produk 3D *printing*.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian produk 3D *printing* filamen PETG dengan pengujian lentur tiga titik masih terbatas, sehingga parameter yang digunakan pada proses manufaktur 3D *printing* harus dioptimalkan terutama variasi parameter agar mendapat kualitas

yang baik. Optimasi parameter proses *3D Printing* dengan menggunakan metode Taguchi untuk mendapatkan nilai kekuatan lentur tertinggi.

1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian ini hanya membahas permasalahan bagaimana mengoptimalkan parameter proses *3D printing* dengan filamen berahan PETG menggunakan metode Taguchi:

1. Pembuatan spesimen menggunakan mesin *3D printing* memiliki prinsip *fused deposition modeling* (FDM) merk Pursa-I3.
2. *Software* yang digunakan pada penelitian ini Repetier-Host dengan *tools* yang digunakan adalah *Slic3r*.
3. Bahan yang digunakan adalah filamen *Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG) dengan diameter 1,75 mm.
4. Parameter yang digunakan adalah *extrusion width*, *nozzel temperatur* dan *feed rate* mengikuti parameter *default Software* Repetier-Host dengan *tools Slic3r*.
5. Slicing yang digunakan adalah teknik uniform atau nilainya seragam.
6. Validasi dilakukan pada kombinasi parameter proses optimal untuk respon kekuatan lentur.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh parameter proses *extrusion width*, *nozzel temperatur* dan *feed rate* pada proses *3D printing* untuk bahan PETG terhadap respon akurasi dimensi dan nilai kekuatan lentur tertinggi menggunakan Metode Taguchi.
2. Mendapatkan parameter proses optimum *3D printing* untuk mendapatkan nilai kekuatan lentur tertinggi bahan PETG.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberi informasi mengenai pengaturan variasi parameter yang berpengaruh terhadap sifat mekanik dari filamen berbahan PETG menggunakan metode Taguchi.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memberi gambaran mengenai apa saja yang dibuat dalam menyusun penulisa Tugas Akhir dijelaskan secara singkat mengenai isi dari beberapa sub bab yang disusun secara sistematis. Susunan penulisannya adalah sebagai berikut:

- BAB I : Bab ini berisikan tentang teknologi 3D *printing* serta tujuan, manfaat, batasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan Tugas Akhir.
- BAB II : Bab ini membahas tentang uraian secara sistematis dari hasil-hasil yang didapat pada penelitian terdahulu sehingga pada penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya.
- BAB III : Bab ini berisi tentang alat, bahan, prosedur penelitian serta metode ANOVA yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir.
- BAB IV : Bab ini menjelaskan tentang hasil analisis penelitian dan pembahasan.
- BAB V : Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat dikembangkan lebih lanjut oleh peneliti berikutnya.