

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi *Three Dimensional (3D) Printing* adalah salah satu terobosan baru dalam dunia industri manufaktur. Dengan prinsipnya menggunakan *additive manufacturing*, mengkonversi data 3D dari *Computer Aided Design (CAD)* secara langsung untuk di dijadikan prototipe fisik. Teknik pencetakan 3D printing beroperasi dengan cara membangun lapisan demi lapisan untuk membentuk sebuah prototipe (Dawoud dkk, 2015). Teknik *additive manufacturing* sendiri telah menarik banyak minat dimulai dari industri sampai kalangan akademik sebagai bahan penelitian karena dapat memberikan solusi dibidang produksi untuk menyederhanakan produk-produk dengan desain yang rumit sampai dengan mengurangi *lead time* tanpa meninggalkan kualitas cetakannya. Sampai saat ini perkembangan sistem additive manufacturing sudah banyak tersedia dan dapat digunakan sesuai kebutuhan seperti *fused deposition modeling (FDM)*, *stereolithography apparatus (SLA)*, *continuous liquid interface production (CLIP)*, *digital light processing (DPL)*, *selective laser sintering (SLS)* dan lain sebagainya. Teknik *additive manufacturing* yang banyak terdapat dipasaran yaitu *rapid prototyping* dengan metode *fused deposition modeling (FDM)*. Pada saat ini metode *fused deposition modeling (FDM)* paling banyak digunakan dalam pencetakan 3D karena mudah digunakan, biaya operasional rendah dan ramah lingkungan untuk produk - produk prototyping sebagai proses manufaktur dalam aplikasi industri (Weng dkk, 2016).

Fused deposition modeling (FDM) dalam prosesnya melelehkan suatu filament sampai pada titik lebur tertentu didalam sebuah *nozzle extruder* yang dipanaskan dan disimpan pada sebuah *platform build*. Penggunaan sistem gerak *3-axis* yang di kontrol oleh suatu bahasa sistem *computer numerical control (CNC)* yang digunakan

untuk menggerakkan nozel pada bidang XY pada proses pencetakan lapisan prototipe. Bidang Z sendiri bergerak untuk membuat tumpukan atau irisan ketebalan lapisan (*layer*) dengan siklus yang berulang hingga mencapai kondisi penuh sesuai desain prototipe yang dibuat (Dawoud dkk, 2015). Teknologi FDM digunakan sebagai *rapid prototyping* atau pembuatan prototipe cepat dengan polimer sebagai filamen materialnya. Ada banyak material filamen yang tersedia, pemilihan material sendiri bergantung pada jenis serta karakteristiknya sesuai dengan kebutuhan dalam pembuatan prototipe. Pada saat ini umumnya material filamen yang digunakan antara lain *polyactic acid* (PLA), *nylon*, *high density polyethylene* (HDPE), *polycarbonate* (PC), dan *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS).

Polimer ABS menjadi salah satu pilihan bahan yang umum untuk digunakan sebagai material filamen 3D printing yang sebelumnya PLA juga menjadi bahan yang paling banyak digunakan. Kedua material tersebut paling mudah digunakan dalam proses pencetakan karena tidak membutuhkan temperatur tinggi untuk melelehkan filamen pada ekstruder sehingga dapat mempercepat proses fabrikasi. ABS mempunyai karakteristik kekuatan yang baik, dan ringan untuk dijadikan sebuah prototipe (Yuan, 2008). ABS banyak digunakan sebagai komponen-komponen elektronik, otomotif, sampai dengan komponen benda-benda yang bergerak.

Kondisi sifat mekanik material yang menjadi kriteria penting pada metode FDM untuk menentukan kualitas produk. Pada penelitian sebelumnya pernah dilakukan pengujian kuat tarik terhadap material ABS. Spesimen yang di uji memiliki 2 variasi yaitu, spesimen dibuat dengan menggunakan 3D *Printing* dengan ketebalan layer 0,2 mm dan 0,3 mm dan juga spesimen yang dibuat secara manual. Dari hasil pengujian tarik di dapat nilai rata-rata tertinggi dari kekuatan tarik pada spesimen dengan variasi ketebalan layer 0,3 mm yaitu sebesar 18,9152 MPa. Untuk variasi ketebalan layer 0,2 mm sebesar 18,5948 MPa dan untuk spesimen pembuatan manual sebesar 10,0042 MPa. Hal ini disebabkan karena susunan layer pada spesimen dengan variasi layer 0,3 mm masih sangat rapi, membentuk sebuah susunan layer lapis demi lapis. Sedangkan

untuk spesimen dengan ketebalan 0,2 mm dan pembuatan manual susunannya sudah tidak rapi lagi. Adapun pada penelitian yang lain, Dizon dkk, (2017) telah membahas sifat mekanik material FDM, dengan polimer ABS dan PLA sebagai parameter pengujian mengacu pada ASTM D790 tentang kekuatan lentur dan modulus lentur material dari produk FDM. Variabel proses diantaranya temperatur operasi yang difokuskan pada perbedaan temperatur setiap lapisannya, ketebalan, *fill density*, *travel speed* pada pembuatan produknya. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa ketebalan spesimen dapat mempengaruhi sifat mekanik pada material, dan pada pengujian lentur pada material ABS mempunyai sifat anisotropik yang signifikan karena terdapat kerusakan lapisan lateral yang diakibatkan adanya perbedaan suhu antar lapisan yang dapat mempengaruhi variasi kekuatan ikatan antar lapisan dari bagian yang dicetak.

Peningkatan mutu produk polimer dalam proses manufaktur metode FDM sendiri telah banyak dilakukan dalam berbagai aplikasi. Namun pada proses pembuatan prototipe dengan mutu yang baik dibutuhkan metode alternatif sebagai pengendalian dan peningkatan mutu produk polimer (Hartono, 2012). Metode Taguchi adalah salah satu bentuk eksperimen yang digunakan untuk mengoptimalkan produk prototipe dari proses *3D printing* dengan mengkombinasikan beberapa parameter tertentu agar menghasilkan kekuatan produk yang lebih baik. Terdapat beberapa pendekatan untuk mengoptimalkan kombinasi parameter dalam metode taguchi. Pendekatan metode *analysis of variance* (ANOVA) digunakan untuk menentukan kontribusi setiap faktor yang mempengaruhi sifat-sifat akhir produk (Yovial dkk, 2015). Berdasarkan metode taguchi faktor eksperimen dan kombinasi ditentukan dari desain matrik *Orthogonal Array* (Hartono, 2012).

Christiyan dkk, (2016) melakukan penelitian proses 3D printing menggunakan material ABS terhadap kekuatan tarik dan lentur menggunakan standar ASTM D790 dengan parameter proses ketebalan lapisan (0,2 mm, 0,25 mm, 0,3 mm) dan kecepatan pencetakan 30 mm/s, 40 mm/s dan 50 mm/s serta *temperature nozzle*

190°C. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekuatan tarik dan lentur maksimum dilaporkan untuk sampel yang memiliki lapisan rendah ketebalan 0,2 mm dan kecepatan pencetakan 30 mm/s yaitu 28.5 MPa untuk *Tensile Strength* dan 188 MPa untuk *Flexural Strength*. Sampel lain dengan kecepatan pencetakan maksimum ketebalan lapisan yang berbeda dari 0,25 dan 0,3mm telah menunjukkan pengurangan marginal dalam nilai kekuatan. Pada kecepatan pencetakan dan ketebalan lapisan yang rendah dapat memberikan ikatan yang lebih baik dibandingkan lapisan dengan kecepatan pencetakan lapisan yang tinggi.

Dari kondisi tersebut maka penelitian mengenai kekuatan objek tiga dimensi yang akan dibuat berdasarkan jenis filamennya perlu dilakukan agar hasil dari pencetakan objek tiga dimensi dengan menggunakan mesin 3D *printing* mempunyai performa yang baik menyerupai objek aslinya dan dapat diaplikasikan dalam produk skala besar. Penelitian ini membahas dan menganalisis mengenai sifat mekanik kekuatan lentur objek hasil 3D *Printing* dengan prinsip FDM berdasarkan jenis filamennya serta variasi variable atau parameter pengoperasian mesin 3D *printing*. Kemudian dilakukan analisis dengan pengukuran dimensi yang akan diolah menggunakan metode ANOVA dan SNR secara statistik untuk mengetahui variasi parameter paling baik terhadap hasil pengujian tekan. Metode taguchi diikuti sertakan dalam melakukan peninjauan validasi pada hasil variasi parameter. Hasil dari penelitian ini nantinya diharapkan dapat dijadikan acuan serta pebandingan dalam pembuatan objek tiga dimensi menggunakan 3D *Printing* dengan filamen *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, perumusan masalah pada penelitian ini mencakup beberapa hal pokok yang di uraikan dalam poin – poin sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi yang digunakan pada pengoperasian mesin 3D *Printing* menggunakan material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) terhadap sifat mekanik kuat lentur dari objek tiga dimensi yang di buat.
2. Bagaimana pengaruh respon akurasi dimensi dari hasil objek 3D *Printing* menggunakan material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) terhadap parameter pengujian kekuatan lentur.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan diuraikan sebagai penunjang parameter yang diberikan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Proses 3D *Printing* menggunakan alat Prusa-I3 dengan aplikasi atau *software* pendukung yaitu Repetier-Host dan Slic3r.
2. Variasi parameter proses 3D printing yang digunakan adalah *nozzle temperature*, *extruction width*, dan *feedrate*.
3. Orientasi pencetakan objek tiga dimensi pada sampel dianggap seragam untuk semua variabel.
4. Variasi temperatur pencetakan berada pada rentang spesifikasi temperatur sesuai dengan jenis filamen yang digunakan.
5. Dimensi spesimen dan parameter pengujian merujuk pada standar ISO 178:2010 tentang *plastics-determination of flexural properties*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui pengaruh *nozzle temperature, extrusion width, feed rate* pencetakan objek tiga dimensi material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) terhadap sifat lentur.
2. Mengetahui pengaruh respon akurasi dimensi dari hasil objek 3D *Printing* menggunakan material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) terhadap parameter pengujian kekuatan lentur.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penelitian terkait 3D *printing* FDM dalam berbagai aspek antara lain :

1. Dapat dijadikan acuan atau referensi terkait penelitian –penelitian selanjutnya mengenai pencetakan objek tiga dimensi menggunakan 3D *printing*.
2. Dapat diaplikasikan pada bidang industri dan manufaktur dalam pembuatan *prototype* objek tiga dimensi menggunakan material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari :

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi penjelasan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, serta manfaat yang akan didapatkan atas hasil penelitian.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi mengenai penelitian – penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu yang berkaitan dengan judul penelitian dan teori – teori yang digunakan dengan tujuan sebagai pendukung dan perbandingan dalam penelitian yang akan dilakukan

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi proses penelitian dan uji coba penelitian, diawali dengan pemilihan bahan yang digunakan pada penelitian, variasi pengujian yang digunakan, metode pengambilan data, serta metode yang digunakan dalam pengambilan data mengenai hasil yang akan di uji coba.

BAB IV Pembahasan

Bab ini berisi data dan hasil penelitian, cara pengolahan data, serta hasil dalam bentuk analisis mengenai penelitian yang dilakukan

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian setelah proses pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya guna mendapatkan perbandingan dan rujukan untuk penelitian selanjutnya.