BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Fused deposition modelling (FDM) adalah suatu teknologi pencetakan *Additive Manufacturing* yang paling umum digunakan untuk pembuatan part polimer dengan geometri kompleks dari model CAD (*Computer Aided Design*) dalam waktu singkat dan biaya yang relatif rendah (Mohamed dkk., 2015). Ada pun beberapa teknik lain dalam proses *Additive Manufacturing* yang merupakan proses pembentukan model 3D, diantaranya seperti *Stereolithography* (SLA), *Selective Laser Sintering* (SLS), *Laminated Object Manufacturing* (LOM), dan *Solid Ground Curing* (SGC) (Bose dkk., 2013). Sejak awal tahun 2000an, *Fused deposition modelling* (FDM) yang secara formal disebut sebagai ekstrusi material oleh ASTM dan ISO telah menjadi manufaktur aditif dan proses pencetakan 3D yang paling populer di seluruh dunia (Wohlers, 2016). Aplikasi FDM ini telah banyak digunakan dalam sebagian besar industri 3D *printing* untuk membuat *prototype*, seperti di bidang medis, desain industri, arsitektur, casing telepon genggam dan lainnya (Dudek 2013). Hal ini menunjukkan bahwa proses pencetakan ini mampu menghasilkan sebuah *end* produk(Febriantoko dan Riyanto, 2014) yang dapat digunakan oleh user. Salah satu contoh *end-product* yang telah dihasilkan adalah pembuatan organ (kaki palsu) untuk hewan yang mengalami kecacatan seperti yang terlihat pada Gambar 1.1 (Lubis dkk., 2016). Sebagai proses pencetakan *end-product*, FDM banyak digunakan di bidang biomedis untuk memproduksi *scaffolds* dengan porositas yang berbeda (Bourell dkk., 2010). Seperti yang telah dilakukan (Gronet dkk., 2003), dalam pembuatan *cranial implants* untuk dua pasien dengan menggunakan teknologi pemodelan anatomi.

Gambar 1.1 Pembuatan kaki hewan (Lubis dkk., 2016)

Dalam *Fused deposition modelling* (FDM), sebuah objek dibentuk dengan cara melelehkan material lalu diektruksi lapis demi lapis secara vertikal sehingga membentuk sebuah objek yang di inginkan (Jeffrey dkk., 2016). Sistem kerja FDM yaitu dengan masukan filamen ke *nozzle*, *nozzle* dipanaskan untuk melelehkan polimer. *Nozzle* akan berjalan di atas *platform* (*bed* mesin) untuk membentuk *layer* menggunakan polimer sesuai dengan geometrinya. Filamen akan segera mendingin dan mengeras setelah dikeluarkan dari *nozzle* dan membentuk part sesuai desain yang telah ditentukan (Kuswanto dkk., 2017). Hal ini menjelaskan bahwa proses FDM adalah proses pencetakan terbuka yang sangat mudah digunakan untuk melakukan produksi suatu part dibandingkan dengan *additive manufacture* lainnya. Dikarenakan proses ini tidak melibatkan *tools* perkakas, kebutuhan energi dan bahan yang rendah, menghasilkan pemborosan yang minimum dan juga tidak perlu rencana proses yang spesifik. Walaupun teknologi FDM agak mudah, namun pada umumnya dimensi part hasil proses FDM berbeda dari dimensi model CAD yang diinput seperti Gambar 1.2, karena adanya faktor terpengaruh, akurasi mesin dan lain-lain (Azhar dkk., 2017).

Gambar 1.2 Dimensi produk FDM yang tidak akurat (Horne, 2015)

Dalam prosses pencetakan produk, dimensi produk jadi (*dimensional accuracy*) merupakan salah satu karakteristik kualitas yang penting untuk menunjukkan kualitas produk sesuai yang diharapkan (Galantucci dkk., 2015). Seperti pada penelitian (Lubis dkk., 2016) bahwa produk dinyatankan kualitasnya kurang jika karakteristik dimensi dari part tersebut tidak akurat sehingga susah digunakan oleh *user*. Untuk produk yang memiliki overhang, dibutuhkan *support part* untuk mencegah model struktural dari distorsi selama proses pencetakan sehingga tidak berdampak pada ukuran produk yang dihasilkan (Gaynor dan Guest, 2016) seperti

yang terlihat pada Gambar 1.3 berikut.

Gambar 1.3 Contoh produk yang menggunakan *support part* (Cartouches, 2017)

Support material adalah bahan yang mirip dengan material model, tetapi lebih rapuh sehingga mudah dilepas setelah model selesai (Fernando dan Rosas, 2013). Material yang sering digunakan sebagai *support part* dalam proses FDM yaitu PVA dan HIPS (Acrylics dkk., 2015) seperti yang diuraikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Deskripsi umum tentang *support material* dalam FDM (Acrylics dkk., 2015)

No	Jenis filamen	Manfaat Utama	Ideal Untuk	Mudah larut?	Ketahanan
1	***HIPS (High Impact Polystyrene)***	Struktur pendukung, Dipasangkan dengan ABS	Struktur dukungan ABS yang mudah dilepas	Ya Dalam berbagai pelarut (biasanya dalam Limonene)	Daya tahan tinggi
2	***PVA (Polyvinyl Alcohol)***	Struktur pendukung, Dipasangkan dengan PLA	Struktur dukungan PLA yang mudah dilepas	Ya Dalam air	Daya tahan baik

Berdasarkan informasi pada Tabel 1.1 *High-impact polystyrene* (HIPS) dan *Polyvinyl Alcohol* (PVA) adalah filamen polimer yang digunakan untuk struktur pendukung yang dapat dilarutkan. HIPS memiliki daya tahan yang lebih tinggi dan lebih mudah didapat dibandingkan PVA dikarenakan memliki harga yang lebih terjangkau (Hunt dkk., 2015). Pengunaan HIPS selain sebagai produk pencetakan akhir, dapat juga untuk mencetak objek 3D yang komplek dengan kombinasi 3D *filament* lain, dimana HIPS sebagai bahan pendukung (*support*) yang kemudian dapat dengan mudah dihilangkan dengan menempatkan hasil FDM pada larutan *D-Limonene Oil*. HIPS sebagai s*upport material* ini diekstruksi lapis demi lapis untuk membuat struktur pendukung yang menahan fitur *overhang.* (Volpato dkk., 2014) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa untuk mendapatkan *end-product* yang

akurat tentu *support part* yang dihasilkan juga akurat. Sehingga kebutuhan dalam studi ini adalah untuk mendapatkan *support part* yang baik, yaitu memiliki akurasi dimensi yang layak agar tidak berdampak pada ukuran *end-product* yang dicetak. Alasan lain dalam memilih HIPS sebagai material acuan untuk meningkatkan informasi mengenai polimer ini karena masih kurangnya informasi tentang material HIPS dalam proses FDM dibandingkan dengan material lain seperti PLA dan ABS yang sering digunakan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Seperti (Lee dkk, 2005) menggunakan ABS sebagai material penelitian untuk optimalisasi parameter proses FDM dengan membuat model katapel yang dapat digunakan dalam mainan *sling shot*. Pada kajiannya menggunakan metode taguchi, sebagai teknik yang sistematis dan efisien untuk optimasi desain.

Metode taguchi adalah metode yang digunakan dalam rancangan percobaan untuk meningkatkan kualitas produk, dengan mencari parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kualitas produk (Parwati dan Purnawan, 2014). Metode ini dipilih karena memiliki tingkat keefektifan yang tinggi untuk meningkatkan kualitas produk dan proses dengan biaya rendah (Mohamed dkk., 2015). (Anitha dkk., 2001), dalam penelitiannya menentukan tiga parameter seperti *road width*, *layer thickness* dan kecepatan ekstrusi dengan masing-masing parameter mempunyai tiga level untuk mendapatkan kekasaran permukaan part hasil FDM yang optimum menggunakan metode taguchi. Demikian juga, (Sood dkk., 2009) menggunakan metode Taguchi yang dijelaskan sebelumnya karena metode ini tidak hanya mengurangi jumlah eksperimen, tetapi juga mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi serta interaksinya. Hal ini menunjukkan bahwa taguchi merupakan metode yang layak digunakan untuk perancangan parameter proses FDM.

Berdasarkan informasi diatas, untuk mendapatkan *support material* yang akurat untuk sesuai dengan desain, serta menigkatkan kajian mengenai HIPS sebagai *support material* yang masih sangat terbatas. Maka studi ini dilakukan untuk mengoptimasi parameter dalam peningkatkan akurasi dimensi part dengan mengedalikan parameter-parameter yang mempengaruhi proses FDM dengan menggunakan metode Taguchi. Untuk membedakan dengan penelitian-penelitian sebelumnya dalam pemilihan metode yang sama, maka dalam studi ini berfokus

pada pengmebangan parameter dalam rangka merancang *support part* yang terbuat dari polimer HIPS. Hal ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk perbaikan lebih lanjut.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari latar belakang masalah, maka permasalahan yang diangkat adalah bagaimana merancang parameter proses FDM menghasilkan akurasi dimensi tinggi sehingga mendapatkan *support part* yang baik bagi *end*-produk menggunakan bahan baku HIPS?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai di dalam studi ini adalah mendapatkan rancangan parameter yang optimum untuk mencapai dimensi yang akurat terhadap *support part* berbahan HIPS.

I.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya studi mengenai optimasi parameter proses *fused deposition modeling* (FDM) untuk peningkatan akurasi dimensi struktur part pendukung, dapat diambil manfaat antara lain:

1. Dapat mengetahui parameter-parameter yang sangat mempengaruhi akurasi dimensi produk dalam proses FDM.
2. Mampu untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan dan juga sebagai media informasi bagi penelitian selanjutnya.

I.5 Batasan Penelitian dan Asumsi

Asumsi dan batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Akurasi penggukuran dengan menggunakan micrometer (mm).
2. Aspek parameter yang akan dianalisis: suhu ekstrusi, *bed temperature*, *Print Speed* dan ketebalan lapisan (*layer thickness*).
3. Mesin yang digunakan yaitu mesin FDM Wanhao Duplicator i3 dengan *software* cura 15.04.

4. Model spesimen berbentuk *cube* 15x15x15mm dan *half sphare* 15mm diameter.

I.6 Sistematika Penulisan

Studi ini diurai dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dala Berisi tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian dan asumsi serta sistematika penulisan. Pada bab ini, menjelaskan mengenai uraian secara umum tentang perkembangan proses FDM, parameter yang mempengaruhi proses, metode perancangan parameter, serta material yang digunakan sebagai acuan dalam studi ini yaitu polimer HIPS.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan teori yang dipakai untuk mendukung penelitian, sehingga perancangan dan analisis dilakukan secara teoritis. Landasan Teori diambil dari berbagai sumber yang berkaitan langsung dengan permasalahan yang dibahas dalam studi ini seperti kemampuan FDM untuk menghasilkan produk akhir, metode pengujian parameter dan bahan yang digunakan yaitu polimer HIPS.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan yang dilalui dalam penyelesaian masalah dalam bentuk flowchart sesuai dengan permasalahan yang ada mulai dari pendahuluan, pengumpulan data sampai dengan perencanaan dan pengolahan data serta analisis.

BAB IV TAHAPAN PERANCANGAN

Pada bab ini, berupa tahap perancangan parameter proses FDM untuk menigkatkan akurasi dimensi produk yang diproduksi berdasarkan pengumpulan data pada proses FDM sebelumnya. Berisi data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah, kemudian dilakukan pengolahan dengan metode taguchi.

BAB V ANALISIS HASIL

Bab ini memuat uraian analisis dan intepretasi dari hasil perancangan yang telah dilakukan. Tahap analisis ini merupakan tahap analisis hasil produksi proses FDM dengan metode Taguchi. Dimana hasil tersebut akan dijadikan acuan sebagai perancangan parameter yang optimum.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan tahap akhir penyusunan laporan studi yang berisi pencapaian tujuan penulisan, yang diperoleh dari analisis pemecahan masalah maupun hasil perancangan parameter dan saran sebagai rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.