

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam industri manufaktur terus berlangsung dengan cepat. Hal ini menciptakan persaingan yang sangat kompetitif dalam usaha untuk menciptakan proses produksi yang mampu menghasilkan produk dengan tingkat akurasi dan dimensi yang sangat tinggi. Fokus utama dalam persaingan ini adalah meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan, dan inovasi teknologi menjadi kunci utama untuk mencapai hal ini.

*Additive Manufacturing* (AM), juga dikenal sebagai manufaktur berlapis atau pencetakan 3D, adalah suatu metode produksi yang mengutamakan penggunaan penambahan material dalam pembentukan suatu objek, dibandingkan dengan metode tradisional yang seringkali melibatkan pemotongan atau penghilangan material.

*Additive Manufacturing* memiliki beberapa sistem yang umumnya digunakan dalam industri seperti *stereo-lithography* (SLA), *selective laser sintering* (SLS), *inkjet modeling* (IJM), *direct metal deposition* (DMD), dan *fused deposition modelling* (FDM) [1]. Pada *additive manufacturing* terdapat beberapa jenis teknologi yang termasuk di dalamnya adalah mesin 3D *printer*.

*Fused Deposition Modeling* (FDM) adalah jenis teknologi manufaktur aditif yang memungkinkan pembangunan objek, prototipe, dan produk tiga dimensi melalui proses pembuatan yang dibantu komputer atau di dorong. Ini digunakan dalam pencetakan 3D atau desain model padat dan prototipe dalam pendekatan berlapis atau aditif. *Fused Deposition Modeling* juga dikenal sebagai FDM adalah proses manufaktur aditif di mana filamen tipis dari bahan plastik digunakan untuk membangun objek dengan menambahkan lapisannya. Itu dipatenkan oleh Scott Crump pada tahun 1988 dan dikomersialkan oleh Stratasys di AS. [2]

Dalam proses 3D printing, filamen adalah komponen kunci yang berperan sebagai bahan pengisi untuk membentuk objek yang diinginkan. Terdapat berbagai jenis filamen yang umum digunakan, termasuk polyethylene terephthalate glycol

(PETG), nylon, acrylonitrile styrene acrylate (ASA), acrylonitrile butadiene styrene (ABS), polylactic acid (PLA), dan banyak lainnya. Namun, di antara berbagai jenis filamen tersebut, PLA (Polylactic Acid) + merupakan salah satu tipe termoplastik yang menonjol dengan beberapa keunggulan yang signifikan.

PLA adalah pilihan yang populer dalam 3D printing karena sejumlah alasan penting. Salah satu keunggulan utama yang dimilikinya adalah harga yang terjangkau, menjadikannya pilihan yang ekonomis untuk pengguna 3D printing. Selain itu, PLA+ memiliki kemampuan cetak yang baik, yang berarti bahwa ia dapat dicetak dengan tingkat presisi yang tinggi, menghasilkan permukaan yang halus pada objek yang dibuat. Keunggulan lainnya adalah kekuatan yang memadai dari PLA+. Meskipun tidak sekuat beberapa alternatif filamen seperti ABS, PLA+ masih mampu memberikan kekuatan yang cukup untuk banyak aplikasi, terutama jika objek yang dihasilkan tidak akan mengalami tekanan atau beban yang sangat besar.

Salah satu fitur khusus yang membedakan PLA+ adalah tingkat penyusutan yang rendah. Ini berarti bahwa objek yang dicetak dengan PLA+ cenderung memiliki deformasi yang lebih sedikit atau bahkan tidak sama sekali saat mengalami pendinginan yang kuat setelah proses cetak selesai. Hal ini menjadikan PLA+ sebagai pilihan yang sangat baik untuk objek-objek yang memerlukan akurasi geometri yang tinggi.

Secara keseluruhan, PLA adalah salah satu pilihan yang paling serbaguna dan mudah digunakan dalam 3D printing, dengan kombinasi harga terjangkau, kemampuan cetak yang baik, kekuatan memadai, serta tingkat penyusutan yang rendah, menjadikannya pilihan yang menarik bagi banyak pengguna 3D printing. Dalam proses percetakan produk 3D menggunakan filamen PLA+, temperatur yang digunakan sebesar 180-210 °C [3].

Filamen PLA memiliki banyak kelebihan yang membuatnya populer digunakan untuk berbagai keperluan. Namun, filamen jenis ini memiliki kelemahan yaitu sifat higroskopis atau mudah menyerap kelembaban udara. Hal ini dapat menyebabkan efek plastisasi atau perubahan sifat mekanik pada polimer yang ditandai dengan penurunan tingkat kekakuan pada temperatur ruang dan semakin mudahnya polimer tersebut terdeformasi. Suhu lingkungan di berbagai belahan

dunia juga mempengaruhi nilai kelembaban filamen 3D printing dan lamanya filamen 3D printing dapat disimpan serta digunakan kembali. Oleh karena itu, diperlukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui nilai kelembaban dari plastik filamen 3D printing dan pengaruhnya terhadap hasil cetak. [4]. Suhu lingkungan di berbagai belahan dunia mempengaruhi nilai kelembaban filamen 3D printing dan lamanya filamen 3D printing dapat disimpan serta digunakan kembali. Oleh karena itu, diperlukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui nilai kelembaban dari plastik filamen 3D printing dan pengaruhnya terhadap hasil cetak.

Kondisi air jenuh (*water saturated condition*) adalah kondisi dimana spesimen tidak lagi bertambah beratnya ketika dilakukan perendaman spesimen dalam jangka waktu yang tidak ditentukan. Cara menentukan yaitu dengan menimbang spesimen tersebut dengan waktu yang telah ditentukan sampai spesimen tersebut tidak lagi bertambah beratnya.

BRIN (Badan Riset Dan Inovasi Nasional) saat ini tengah mengembangkan versi amfibi dari pesawat buatan lokal N219. N219 versi amfibi merupakan hasil modifikasi agar pesawat mampu mendarat pada landasan darat dan air. Melansir situs resmi BRIN, proyek pesawat amfibi ini diberi nama N219A. Pesawat itu diharapkan bisa menjadi alternatif transportasi menuju spot-spot wisata yang masih sukar untuk dicapai via jalur darat maupun laut. Kendati demikian, mengubah N-219 menjadi versi amfibi tidak hanya sekadar menambahkan landing-gear dan floating skid. Ada banyak parameter dan perhitungan yang mesti dipecahkan. Misalkan bagian wahana apung yang bertemu dengan muka air laut.

Pada bagian wahana apung dapat dibuat dengan menggunakan PLA. Tapi seperti yang kita tahu filamen ini memiliki kelemahan yaitu sifat higroskopis atau mudah menyerap kelembaban udara. Sehingga perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui kandungan uap air jenuhnya.

Salah satu parameter yang dapat mempengaruhi spesimen dalam percetakan 3D printing yaitu printing speed. Printing speed juga mempengaruhi rongga pada spesimen yang akan dicetak yang mana juga akan mempengaruhi dalam penyerapan air pada spesimen tersebut. Sehingga diperlukan pengujian terhadap variasi printing speed untuk mengetahui kecepatan optimum untuk sifat mekanik terbaik.

Beberapa penelitian telah diadakan untuk mendalami optimalisasi serta pengaruh parameter proses terhadap mesin 3D printer, dengan tujuan mencapai kekuatan tarik yang optimal pada produk yang dihasilkan. Salah satu penelitian yang relevan telah dilakukan Nugroho, yang bertujuan untuk memahami dampak parameter proses optimal terhadap sifat mekanik produk yang dihasilkan melalui metode pencetakan 3D menggunakan filamen PLA.

Nugroho melakukan variasi parameter proses dengan menggunakan 3 level variasi yang mencakup infill pattern, infill density, extrusion width, dan nozzle temperature sebagai faktor yang diuji. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik dari produk 3D printing ternyata dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut, dengan infill density memiliki dampak yang paling signifikan terhadap kekuatan tarik, diikuti oleh nozzle temperature, infill pattern, dan extrusion width dalam urutan pengaruhnya. Temuan ini memberikan wawasan berharga dalam upaya mengoptimalkan parameter-proses dalam pencetakan 3D menggunakan filamen PLA untuk mencapai hasil yang lebih kuat dan berkualitas. Hasil dari penelitian ini didapatkan kekuatan tarik optimal sebesar 30,52 Mpa dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dapat dicapai pada produk dengan nilai *infill density* sebesar 75%, *nozzle temperature* sebesar 215 °C, *infill pattern honey comb*, dan *extrusion width* sebesar 0,3mm [5].

Penelitian selanjutnya dilaksanakan untuk menginvestigasi dampak parameter proses terhadap kekuatan tarik produk yang dicetak dengan menggunakan filamen PLA+ ESUN. Parameter yang diteliti mencakup infill pattern dan suhu nozzle. Penelitian ini melibatkan 13 jenis infill pattern yang berbeda, dengan variasi level yang digunakan termasuk lines, cubic, cubic division, quarter cubic, grid, octet, concentric, zig-zag, tri hexagon, triangles, gyroid, cross, dan cross 3D. Selain itu, suhu nozzle divariasikan pada tiga level berbeda, yaitu 225°C, 215°C, dan 205°C. Suhu bed yang diterapkan adalah 60°C, dengan ketebalan lapisan sebesar 0,2 mm, kecepatan perjalanan sebesar 100 mm/s, dan kecepatan pencetakan sebesar 50 mm/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik material PLA+ ESUN dipengaruhi oleh infill pattern yang digunakan dan suhu nozzle yang diatur. Dalam penelitian ini didapatkan kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada *infill pattern* dengan tipe *concentric* dengan temperatur

*nozzle* sebesar 215 °C memperoleh nilai kekuatan tarik sebesar 43,20 MPa. Sementara itu, kekuatan tarik terendah didapatkan pada *infill patern* dengan variasi *cross* dan temperatur *nozzle* sebesar 205°C dengan kekuatan tarik sebesar 24,50 MPa.[6]

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Josep Valentin Ecker yang meneliti sifat mekanik dan perilaku penyerapan air komposit PLA yang dibuat dengan pencetakan 3D dan cetakan injeksi. Dalam penelitian spesimen mencapai kondisi air jenuh dalam 7 hari dengan ditimbang setiap 24 jam. Didapatkan hasil sampel cetakan injeksi dan cetakan 3D menunjukkan perbedaan sifat mekanik yang signifikan setelah disimpan dalam air selama tujuh hari. Kekuatan tarik dan kekakuan berkurang secara signifikan oleh efek pelunakan air di dalam sampel PLA. Salah satu alasan utamanya adalah sampel cetakan 3D diproduksi tanpa tekanan eksternal jika dibandingkan dengan sampel cetakan injeksi. Secara umum, struktur berpori mengakibatkan sifat mekanik yang lebih rendah. Jadi dapat disimpulkan bahwa cetakan 3D lebih menyerap air dari pada cetakan injeksi yang mengakibatkan kekuatan mekanik sampel yang dicetak dengan 3D lebih lemah dibandingkan dengan sampel yang di cetak dengan injeksi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa dalam proses pengerjaan produk 3D menggunakan mesin 3D *printer*, terdapat beberapa parameter proses yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik produk 3D *printing*. Parameter tersebut meliputi *infill density*, *nozzle temperature*, *infill pattern*, *extrusion width* dan *Printing Speed*. Pemberian perlakuan tambahan juga akan mempengaruhi karakter mekanik dari produk 3D seperti merendamkan produk 3D untuk mendapatkan kondisi *water saturated*. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perendaman dan *printing speed* terhadap kekuatan tarik produk 3D.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pemilihan *printing speed* untuk mendapatkan kekuatan tarik terbaik pada produk hasil 3D *printing*?
2. Bagaimana pengaruh proses perendaman terhadap kekuatan tarik produk hasil 3D *printing*?

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *printing speed* dan proses perendaman untuk mendapatkan kekuatan tarik tertinggi pada produk hasil 3D *printing* berbahan PLA+.

### 1.4 Manfaat

Penelitian ini dimaksudkan sebagai referensi di bidang akademik untuk pengembangan dan penerapan ilmu metalurgi. Hasil penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan uap air jenuh pada komponen bagian wahana apung dari pesawat amfibi yang sedang dikembangkan oleh BRIN.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. *Printing speed* yang diterapkan yaitu 30 mm/s dan 90 mm/s *layer*
2. *Bed temperature* yang digunakan yaitu 60 C
3. *Infil density* yang digunakan yaitu 100%
4. *layer height* 0,3 mm

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal tugas akhir dapat diuraikan yaitu sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN** menjelaskan tentang latar belakang, tujuan penelitian, mafaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** menjelaskan tentang teori yang mengacu pada penelitian.

**BAB III METODOLOGI** menjelaskan tentang alat, bahan, prosedur, dan tahapan penelitian.

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** menjelaskan tentang hasil pengujian serta analisa dan pembahasan tentang hasil pengujian.

**BAB V PENUTUP** kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian serta saran mengenai penelitian selanjutnya