BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi telah membawa perubahan revolusioner dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah pencetakan tiga dimensi (3D printing). Teknologi ini memungkinkan seseorang untuk mengembangkan prototipe atau komponen nyata dengan mendesainnya melalui komputer dalam bentuk file tiga dimensi, kemudian mencetaknya menggunakan printer 3D. Proses ini mempermudah pembuatan objek dengan desain kompleks dan spesifikasi khusus, yang sebelumnya sulit dicapai dengan metode manufaktur tradisional.

Teknologi 3D printing atau yang sering dikenal sebagai *additive manufacturing* adalah proses manufaktur yang dapat membuat atau menciptakan produk dengan bentuk 3 dimensi. Teknologi 3D printing pertama kali dikembangkan oleh Chuck Hull pada tahun 1983. Ada beberapa teknologi *additive manufacturing*, salah satunya adalah teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM). Dalam FDM, sebuah filamen atau material dibentuk dengan cara dilelehkan (*thermal procces*) lalu ditempatkan lapis demi lapis sehingga membentuk sebuah benda yang diinginkan (Riski Darmawan dkk., 2024)

Pada umumnya 3D printing menggunakan material yang di namakan filamen, Terdapat cukup banyak jenis *Filamen* yang bisa didapatkan dengan mudah di pasaran, seperti *poly lactic acid* (PLA), *polyethylene terephthalate glycol* (PETG), dan *acrylonitrile buatdiene styrene* (ABS) (Arockiam dkk., 2021). Material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) banyak digunakan dalam proses *Fused Deposition Modeling* (FDM) karena memiliki karakteristik mekanik yang unggul, ketahanan terhadap suhu tinggi, serta kekuatan yang memadai, sehingga ideal untuk pembuatan prototipe maupun komponen dengan fungsi struktural. Kekuatan produk yang dicetak menggunakan metode FDM cukup kompleks karena tidak hanya bergantung pada material filamen saja. Berbagai parameter seperti sudut orientasi, kerapatan (fill density), pola isian (infill) , ketebalan dinding,

Printing Speed, Layer Height serta faktor lainnya turut berperan penting dalam menentukan tingkat kekuatan hasil cetakan (Gilar Pandu Annanto dkk., 2021).

Meskipun teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM) telah berkembang pesat dan banyak digunakan dalam berbagai bidang, hasil cetakannya masih menghadapi tantangan dalam sifat mekanik, khususnya kekuatan tarik. Kualitas akhir dari produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh parameter proses pencetakan, terutama *Layer Height* (ketebalan lapisan), *printing speed* (kecepatan pencetakan) dan *Build Orientation* (sudut orientasi). Parameter-parameter ini menentukan bagaimana material termoplastik disusun secara berlapis dan berikatan satu sama lain selama proses pencetakan berlangsung. Ketidaksesuaian dalam pengaturan parameter tersebut dapat menyebabkan terjadinya porositas antar-lapisan, serta lemahnya ikatan antarlapisan yang berdampak pada penurunan kekuatan mekanik. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terhadap pengaruh parameter proses sangat penting dalam upaya meningkatkan kualitas cetak, baik dari segi visual maupun performa struktural.

Penelitian yang dilakukan oleh Rizki dkk, (2025) dalam penelitiannya menganalisis pengaruh *layer thickness, print speed, infill pattern,* dan *chamber temperature* terhadap *Ultimate Tensile Strength* (UTS) dan elongation pada material ABS. Berdasarkan hasil analisis ANOVA, *layer thickness* memberikan kontribusi sebesar 10,01% terhadap UTS dan 5,20% terhadap elongation, yang menunjukkan bahwa ketebalan layer memiliki pengaruh sedang terhadap kekuatan tarik akibat perannya dalam menentukan kualitas ikatan antar layer, *print speed* memberikan kontribusi yang relatif kecil, yaitu sebesar 5,31% terhadap UTS dan 2,02% terhadap *elongation,* yang mengindikasikan bahwa peningkatan kecepatan cetak cenderung menurunkan kualitas ikatan material akibat pendinginan yang lebih cepat dan potensi terbentuknya porositas. Dari hasil ini mengindikasi bahwa pengaturan *layer thickness* dan *print speed* yang optimal berpengaruh dalam menentukan sifat mekanik hasil cetakan ABS

Penelitian yang dilakukan oleh Tanoto dkk., (2022) berfokus pada optimasi parameter proses 3D printing material ABS dengan pendekatan optimasi multirespon menggunakan metode Taguchi–PCR TOPSIS. Parameter proses yang

dikaji meliputi *Nozzle Temperature, Bed Temperature*, dan Orientasi Pencetakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi parameter paling optimal diperoleh pada *nozzle temperature* 230°C, *bed temperature* 110°C, dan orientasi cetak 90°. Berdasarkan analisis ANOVA, diketahui bahwa orientasi pencetakan merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap kualitas respon gabungan, dengan kontribusi sebesar 33%, diikuti oleh *bed temperature* sebesar 28% dan *nozzle temperature* sebesar 18%. ini mengindikasikan bahwa arah orientasi cetak memiliki peran dominan dalam menentukan performa mekanik hasil cetak 3D berbahan ABS

Sementara itu pada penelitian yang dilakukan oleh Bist dkk., (2022) di peroleh kombinasi parameter terbaik tercapai pada *Layer Height* 0,2 mm dan kecepatan cetak 3000 mm/min, yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 812 N dan tegangan maksimum 56,388 N/mm². Temuan ini memperkuat bahwa pemilihan parameter proses, terutama *Layer height*, memainkan peran penting dalam menentukan karakteristik mekanis dari hasil pencetakan FDM.

Berdasarkan pendahuluan diatas, peneliti tertarik dengan melakukan penelitian Optimasi Parameter *Layer Height, Printing Speed* dan *Build Orientation* terhadap kekuatan tarik menggunakan *Filamen* ABS, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil 3D print yang baik dari segi kekuatan dan efesiensi waktu cetak hingga memperoleh kombinasi parameter yang optimal

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh *Layer Height, Printing speed* dan *Build Orientation* terhadap kekuatan tarik pada hasil 3D print ?
2. Bagaimana kombinasi level parameter yang optimal terhadap kekuatan tarik dengan metode taguchi ?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak menyimpang dari rumusan masalah yang ada, maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Mesin 3D print yang digunakandalam penelitian ini adalah mesin 3D print merk Creatbot D1000 dengan *printing area XYZ* 1000mm x 1000mm x 1000m, yang ada di laboratorium proses manufaktur prodi Teknik mesin Universitas Malikussaleh
2. Menggunakan nozzle dengan diameter 0,4 mm
3. Jenis *Filamen* yang digunakanialah *Filamen Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) merk E-SUN, diameter *Filamen* 1,75mm
4. Dengan parameter yang digunakansuhu nozzle 260 C, suhu bed 90°C, menggunakan pola infill *Grid* (jaring), *fill Density* 70%,
5. Uji kekuatan tarik diuji menggunakan mesin uji tarik UTM (universal testing machine) sesuai standar pengujian, yang ada di laboratorium rekaysa bahan prodi Teknik mesin

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin di capai dalam penelitian adalah sebagai berikut

1. Mengetahui pengaruh *Layer Height, Printing speed* dan *Build Orientation* terhadap kekuatan tarik pada hasil pencetakan objek 3D.
2. Mengetahui kombinasi parameter *Layer Height, Printing speed* dan *Build Orientation* yang optimal untuk menghasilkan hasil cetakan 3D terbaik dari segi kekuatan

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dapat di ambil dalam penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui nilai kekuatan material khususnya kekuaatan tarik dari sebuah material hasil 3D print dengan variasi antara *Layer Height, Printing speed* dan *Build Orientation*
2. Sebagai salah satu referensi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan FDM
3. Menambah pengetahuan akademik tentang FDM yaitu optimasi parameter *Layer Height, Printing speed* dan *Build Orientation* terhadap hasil 3D print
4. Mahasiswa dapat menerapkan dan mengembangkan ilmu yang telah di peroleh selama di bangku perkuliah dengan cara membandingkan teori teori yang sudah ada