

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi manufaktur telah mengalami kemajuan pesat dalam beberapa tahun terakhir dengan diperkenalkannya teknik *3D printing* atau pencetakan tiga dimensi. *3D printing* atau sering juga disebut dengan *Rapid Prototyping* merupakan alat yang bisa menghasilkan atau mencetak produk atau objek fisik dalam bentuk tiga dimensi (Prihadianto et al., 2023). Beberapa jenis material yang sering digunakan dalam pemrosesan *3D printing* diantaranya yaitu nylon, *carbon fiber*, PLA (*Polylactic Acid*), ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), *acrylonitrile styrene acrylate* (ASA), *polyethylene terephthalate glycol* (PETG) (Grabowik et al., 2017). Salah satu bahan yang mendapatkan perhatian besar dalam proses *3D printing* adalah material *carbon fiber*. Material ini dikenal karena kekuatan mekaniknya yang tinggi, ringan, dan tahan terhadap korosi, menjadikannya pilihan utama dalam berbagai aplikasi, mulai dari industri aerospace hingga otomotif (Sharma et al., 2014).

Penerapan *3D printing* pada material *carbon fiber* memberikan potensi untuk menghasilkan produk dengan keakuratan yang tinggi dan desain yang kompleks, namun, untuk mencapai kinerja optimal, parameter-parameter proses *3D printing* perlu dioptimalkan. Parameter pada *3D printing* terdiri dari *nozzle temperatur*, *bed temperatur*, *layer thicknes*, *wall thicknes*, *perimeter*, *infill density*, *infill pattern*, dan *printing speed* (Ardiansyah, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada optimasi parameter *3D printing* pada material *carbon fiber* dengan menggunakan metode Taguchi.

Metode Taguchi telah terbukti efektif dalam mendesain eksperimen untuk mencari kombinasi parameter yang optimal dengan jumlah percobaan yang minimal. Menurut penelitian yang dilakukan Hikmat et al., (2021), metode Taguchi mengklasifikasikan faktor - faktor menjadi dua jenis, yaitu faktor kontrol dan faktor *noise*. Faktor kontrol adalah faktor - faktor yang ditetapkan oleh perancang, sedangkan faktor - faktor yang sulit atau tidak dapat dikendalikan disebut sebagai faktor *noise* seperti kelembaban dan suhu lingkungan. Oleh karena itu, dalam metode taguchi rasio *Signal-to-Noise* (*S/N ratio*) digunakan untuk membuat proses lebih tidak peka

terhadap perubahan dalam faktor - faktor *noise*, yang bertujuan untuk mencapai sistem yang tangguh. Hasil dari penelitannya parameter yang optimal adalah orientasi raster (30/-60°), diameter *nozzle* (0.5 mm), suhu ekstruder (220 °C), kepadatan infill (100%), jumlah shell (3), dan kecepatan ekstrusi (20 mm/s), dengan kontribusi maksimum sebesar 44.68% untuk orientasi bahan, dan kontribusi minimum sebesar 0.46% untuk orientasi raster. Menurut Tabel ANOVA, hanya tiga parameter, yaitu orientasi bahan, diameter *nozzle*, dan kepadatan *infill*, yang secara statistik signifikan. Penelitian terdahulu yang dilakukan Pratama et al., (2021), melakukan optimasi parameter 3D *printing* material PLA menggunakan variasi *nozzle temperature*, *bed temperature*, dan *layer height*.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lee dan Wu (2020), menggunakan lima parameter dengan tiga tingkatan parameter untuk mempelajari bagaimana parameter proses *printing* 3D berdampak pada sifat mekanik filamen CF-PLA. Dimana orientasi bersudut 45° dan 90°, ketebalan isi 40% hingga 60%, *bed temperature* 60–80°C, suhu *nozzle* 220–240°C, dan kecepatan pencetakan 50–60 mm/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *bed temperature* menjadi faktor yang sangat memengaruhi kekuatan tarik spesimen, dan suhu orientasi menjadi faktor yang paling memengaruhi kekuatan tarik spesimen.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Prihadianto et al., (2023), menggunakan dua jenis material filamen yaitu nylon *carbon fiber* dan PLA *carbon fiber* dengan variasi *fill density* dan diameter masing-masing filamen adalah 1,75 mm serta recommended *printing temperature* pada 190-260°C. Kedua jenis filamen tersebut dicetak menggunakan mesin 3D print tipe direct extruder dengan build size 180 mm x 180 mm x 180 mm. Nilai kekuatan tarik yang didapat pada material filamen nylon *carbon fiber* antara 19,244 – 23,899 MPa dengan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 21,852% dan untuk material filamen nylon *carbon fiber* berada pada nilai 16,970 – 26,681 % dengan nilai regangan rata-rata sebesar 20,372%.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi produk 3D *printing* dari material *carbon fiber* dengan mengoptimalkan parameter-proses utama. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi industri dan peneliti dalam menerapkan teknologi 3D *printing* pada material *carbon fiber* untuk mencapai performa mekanik yang optimal, terutama dalam uji tarik dan uji *bending*.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi manufaktur berbasis 3D *printing* dan penggunaan material carbon fiber.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi parameter 3D *printing* terhadap uji Tarik material *carbon fiber*?
2. Bagaimana pengaruh variasi parameter 3D *printing* terhadap uji *Bending* material *carbon fiber*?
3. Bagaimana kombinasi parameter 3D *printing* yang optimal untuk mencapai sifat tarik maksimum pada material *carbon fiber* berdasarkan metode Taguchi?
4. Bagaimana kombinasi parameter 3D *printing* yang optimal untuk mencapai sifat *bending* maksimum pada material *carbon fiber* berdasarkan metode Taguchi?

## 1.3 Tujuan

Adapun beberapa tujuan dari dilakukannya penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh parameter 3D *printing* terhadap uji Tarik material *carbon fiber*.
2. Untuk mengetahui pengaruh parameter 3D *printing* terhadap uji *Bending* material *carbon fiber*.
3. Untuk mengetahui kombinasi parameter 3D *printing* yang optimal untuk mencapai sifat tarik maksimum pada material *carbon fiber* berdasarkan metode taguchi.
4. Untuk mengetahui kombinasi parameter 3D *printing* yang optimal untuk mencapai sifat *bending* maksimum pada material *carbon fiber* berdasarkan metode taguchi.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Menggunakan 3D *printing* tipe FDM dengan merk FlashForge Guider 2.
2. Filamen yang digunakan adalah *carbon fiber* berdiameter 1,75 mm.
3. *Nozzle* yang digunakan dengan ukuran 0,4 mm.
4. *Bed temperature* diatur dengan suhu 40°C.
5. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dan uji *bending*.

6. Penelitian ini menggunakan metode taguchi.

### 1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan sejumlah manfaat praktis dan konseptual yang dapat diterapkan dalam berbagai konteks, terutama dalam pengembangan teknologi *3D printing* pada material carbon fiber. Berikut adalah beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini.

#### 1. Optimasi Proses Manufaktur

Hasil penelitian ini dapat memberikan panduan kepada industri dalam mengoptimalkan proses manufaktur *3D printing* pada material carbon fiber, meningkatkan efisiensi produksi, dan menghasilkan produk dengan sifat mekanik yang unggul.

#### 2. Peningkatan Kualitas Produk

Dengan menemukan kombinasi parameter optimal, penelitian ini dapat membantu dalam meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dari material *carbon fiber* melalui proses *3D printing*, khususnya dalam hal uji tarik dan uji *bending*.

#### 3. Efisiensi Biaya dan Waktu

Identifikasi parameter optimal dengan metode Taguchi dapat mengurangi jumlah percobaan yang diperlukan untuk mencapai hasil terbaik. Hal ini dapat mengurangi biaya eksperimen dan waktu pengembangan produk.

#### 4. Inovasi Material dan Desain

Penelitian ini dapat membuka peluang untuk inovasi lebih lanjut dalam pengembangan material *carbon fiber* dan desain produk yang dapat dihasilkan melalui teknologi *3D printing*, meningkatkan kemampuan industri untuk menciptakan produk yang lebih ringan dan kokoh.

#### 5. Kontribusi pada Pengetahuan Ilmiah

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengetahuan ilmiah dalam bidang pencetakan 3D, optimasi parameter, dan material advanced seperti carbon fiber. Hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut di bidang ini.

#### 6. Penerapan Lebih Lanjut pada Berbagai Industri

Temuan penelitian ini dapat diterapkan dalam berbagai sektor industri yang menggunakan material *carbon fiber*, seperti industri otomotif, kedirgantaraan, dan manufaktur umum, memberikan dampak yang luas pada berbagai aplikasi.