

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi manufaktur merupakan bidang rekayasa yang mempelajari metode dan proses untuk mengubah bahan baku menjadi produk bernilai guna. Secara umum, teknologi ini terbagi menjadi metode konvensional seperti pemesinan, pengecoran, dan pembentukan, serta metode modern berupa manufaktur aditif (*Additive Manufacturing*) yang membentuk objek melalui penambahan material secara bertahap. Metode ini memungkinkan pembuatan geometri kompleks, mengurangi limbah produksi, serta meningkatkan fleksibilitas desain dan efisiensi proses dibandingkan metode konvensional (Christiliana & Oktriadi, 2021). Perkembangan material polimer dan teknologi pencetakan tiga dimensi semakin memperluas penerapan manufaktur aditif, meskipun implementasinya pada skala industri masih memerlukan pengembangan lebih lanjut (Gobena & Woldeyohannes, 2024; Saputra et al., 2025).

Salah satu teknologi pencetakan tiga dimensi yang paling luas penggunaannya adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM), yang popularitasnya didukung oleh biaya operasional yang relatif rendah serta kemudahan dalam pengoperasian. Proses FDM dilaksanakan dengan cara mengekstrusi filamen termoplastik yang dipanaskan melalui nosel secara berlapis sesuai dengan model berbasis *Computer Aided Design* (CAD), sehingga mampu menghasilkan komponen dengan bentuk kompleks dan presisi yang memadai (Mardiyana et al., 2023; Kosasih et al., 2021). Teknologi ini banyak diterapkan dalam pembuatan prototipe maupun komponen fungsional dengan beban ringan.

Material yang umum digunakan pada proses FDM adalah *Polylactic Acid* (PLA), yaitu *Polimer* yang bersifat ramah lingkungan serta memiliki karakteristik kemudahan dalam pencetakan dan sifat mekanik yang cukup

memadai. PLA dicirikan oleh suhu pencetakan yang rendah, tingkat penyusutan yang kecil, serta kemampuan adhesi antar lapisan yang baik, akan tetapi kekuatan mekaniknya sangat dipengaruhi oleh parameter pencetakan dan desain struktur internal. Optimalisasi parameter proses terbukti mampu meningkatkan kualitas hasil cetak dan performa mekanik produk yang terbuat dari PLA (Ikhsanto & Zainuddin, 2019; Darsin et al., 2024).

Seiring meningkatnya penggunaan teknologi FDM berbahan PLA, tantangan utama adalah meningkatkan kekuatan mekanik tanpa menambah berat dan konsumsi material secara signifikan. Salah satu pendekatan yang dikembangkan ialah struktur *Honeycomb Ribs* yang memiliki rasio kekuatan terhadap berat tinggi serta mampu mendistribusikan tegangan lebih merata saat menerima beban lentur. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa struktur *Honeycomb Ribs* mampu meningkatkan kekakuan dan kekuatan *Bending* dibandingkan pola infill konvensional (Cojocar et al., 2022; Air, 2023). Namun, kajian mengenai pengaruh sudut optimal *Polygon* pada struktur *Honeycomb Ribs* masih terbatas, meskipun parameter geometrik tersebut berpengaruh signifikan terhadap distribusi tegangan dan deformasi struktur (Saputra et al., 2023).

Permasalahan ini relevan pada aplikasi komponen otomotif, khususnya cover dek lumpur bawah sepeda motor Matic 160 CC yang rentan mengalami kerusakan akibat benturan jalan tidak rata. Oleh karena itu, diperlukan inovasi desain struktur yang mampu meningkatkan ketahanan komponen tanpa menambah berat secara signifikan. Penelitian ini diawali dengan analisis numerik menggunakan metode elemen hingga *Finite Element Method* (FEM) melalui *SolidWorks Simulation* untuk mengevaluasi distribusi tegangan, regangan, dan deformasi akibat beban lentur. Hasil simulasi digunakan sebagai dasar penentuan desain optimal sebelum proses pencetakan dan pengujian eksperimental. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh sudut optimal *Polygon* pada struktur *Honeycomb Ribs* terhadap kekuatan *Bending* produk cetak 3D berbahan PLA serta menentukan konfigurasi sudut dengan performa mekanik terbaik pada proses FDM.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan wawasan penelitian sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh sudut optimal *Polygon* pada struktur *Honeycomb Ribs* dari bahan PLA terhadap kekuatan *Bending* produk cetak 3D menggunakan metode *Fused Deposition Modeling* (FDM)?
2. Sudut *Polygon* manakah pada struktur *Honeycomb Ribs* yang memberikan kekuatan lentur paling baik hasil dari pencetakan 3D *Printing* material PLA?
3. Bagaimana kaitan antara sudut optimal *Polygon Honeycomb Ribs* dengan risiko retak atau patah pada komponen penutup dek lumpur bawah sepeda motor Matic 160 CC?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yang ingin dicapai adalah seebagia berikut:

1. Mengkaji dampak variasi sudut *Polygon* pada struktur *Honeycomb Ribs* terhadap kekuatan *Bending* produk cetak 3D dari bahan PLA.
2. Menentukan variasi sudut *Polygon Honeycomb Ribs* yang memberikan kekuatan lentur terbaik tanpa meningkatkan penggunaan bahan secara berlebih.
3. penerapan struktur *Honeycomb Ribs* dengan variasi sudut *Polygon* pada komponen penutup dek lumpur bawah sepeda motor Matic 160 CC untuk meningkatkan ketahanan terhadap retak dan patah akibat beban benturan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang ingin dicapai oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis
 - Menambah referensi ilmiah dan memperkaya kajian di bidang manufaktur aditif, khususnya mengenai pengaruh variasi sudut *Polygon* pada struktur *Honeycomb Ribs* terhadap kekuatan *Bending* material PLA.
 - Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya terkait optimasi desain struktur internal produk 3D *Printing* berbahan *Polimer*.

2. Manfaat Praktis

- Memberikan rekomendasi desain struktur *Honeycomb Ribs* yang lebih optimal untuk meningkatkan kekuatan lentur komponen otomotif ringan berbahan PLA.
- Menjadi alternatif solusi desain pada komponen dek cover kolong lumpur sepeda motor Matic 160 CC agar lebih tahan terhadap benturan tanpa penambahan bobot berlebih.

3. Manfaat Industri dan Rekayasa

Mendukung pengembangan pemanfaatan teknologi 3D *Printing FDM* dalam pembuatan komponen fungsional otomotif skala ringan dengan efisiensi material dan biaya produksi yang lebih baik.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Filamen Polylactic Acid (PLA)*.
2. Metode pencetakan yang digunakan adalah *Fused Deposition Modeling (FDM)*.
3. Sudut optimal *Polygon* yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dari 60°, 70°, 80°, 90°, 100°, 110°, 120°, dan 130°.
4. Pengujian mekanik yang dilakukan terbatas pada pengujian kekuatan *Bending*.
5. Objek penelitian dibatasi pada desain dek cover kolong lumpur bagian bawah sepeda motor Matic 160 CC.
6. Analisis yang dilakukan hanya meninjau respon mekanik terhadap beban lentur dan tidak membahas ketahanan termal, kelelahan (*Fatigue*), maupun pengaruh lingkungan secara jangka panjang.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan

penelitian, manfaat penelitian, Batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori dasar dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian, meliputi teknologi 3D *Printing FDM*, material PLA.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan penelitian yang digunakan, meliputi alat dan bahan, desain spesimen struktur *Honeycomb Ribs*.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini mengkaji hasil pengujian sifat mekanik dengan data yang di dapatkan dari pengujian *Bending*.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang di peroleh dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA