

## INTISARI

*Fused Deposition Modelling* (FDM) adalah salah satu teknik manufaktur aditif yang mencetak model secara bertahap *layer per layer*. Metode ini banyak digunakan dalam industri untuk pembuatan prototipe dengan berbagai material, termasuk polimer seperti *Polylactic Acid* (PLA). PLA memiliki keunggulan berupa biodegradabilitas, mudah digunakan, dan kemampuan cetak yang baik. Namun, PLA hasil pencetakan 3D FDM memiliki sifat mekanis yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil manufaktur substraktif seperti *injection molding*. Salah satu metode untuk meningkatkan kekuatannya adalah melalui *heat treatment annealing*.

Penelitian ini dilakukan untuk mencari tahu pengaruh variasi tekanan dalam proses *annealing* terhadap kekuatan tarik dan porositas PLA hasil pencetakan 3D FDM. Spesimen dicetak menggunakan 3D printer Flashforge Inventor dengan material PLA+ merek eSun berdiameter 1,75 mm, mengikuti standar ASTM D638-Type IV. Proses *annealing* dilakukan pada suhu 150°C selama 10 menit di dalam *drying oven*, dengan spesimen ditempatkan dalam *molding* aluminium dan diberi tekanan berupa pemberian massa pada bagian atas sebesar 0,8 kg, 1,6 kg, 2,4 kg, dan 3,2 kg. Setelah *annealing*, spesimen diuji tarik dan diamati struktur mikronya.

Hasil menunjukkan bahwa spesimen dengan tekanan *annealing* 1,6 kg memiliki kekuatan tarik tertinggi dengan rata-rata *Ultimate Tensile Strength* (UTS) sebesar 50,98 MPa. Ini mengindikasikan bahwa variasi tekanan selama *annealing* mempengaruhi kekuatan tarik material PLA, dengan limitasi pada tekanan tertentu untuk mencapai kekuatan maksimal. Selain itu, tekanan yang diberikan juga memengaruhi tingkat porositas material yang secara langsung berdampak pada kekuatan tariknya.

Kata kunci: *Fused Deposition Modelling* (FDM), *Polylactic Acid* (PLA), *Heat Treatment*, *Annealing*, Tekanan, Kekuatan Tarik, Porositas, *Void*.

## ABSTRACT

Fused Deposition Modelling (FDM) is an additive manufacturing technique that builds models layer by layer. This method is widely used in the industry for prototyping with various materials, including polymers like Polylactic Acid (PLA). PLA offers advantages such as biodegradability, ease of use, and good printability. However, PLA produced by 3D FDM printing has lower mechanical properties compared to subtractive manufacturing methods like injection molding. One approach to enhancing its strength is through heat treatment annealing.

This study aims to investigate the effect of pressure variation during the annealing process on the tensile strength and porosity of PLA produced by 3D FDM printing. Specimens were printed using a Flashforge Inventor 3D printer with eSun brand PLA+ material of 1,75 mm diameter, following ASTM D638-Type IV standards. The annealing process was conducted at 150°C for 10 minutes in a drying oven, with the specimens placed in an aluminum mold and subjected to pressure in the form of providing a mass load on the top of mold of 0,8 kg, 1,6 kg, 2,4 kg, and 3,2 kg. After annealing, tensile testing and microstructural observation were performed on the specimens.

Results indicated that the specimen annealed with a pressure of 1.6 kg exhibited the highest tensile strength, with an average Ultimate Tensile Strength (UTS) of 50.98 MPa. This suggests that pressure variation during annealing affects the tensile strength of PLA, with a specific pressure limit to achieve maximum strength. Additionally, the applied pressure influences the porosity level of the material, which directly impacts its tensile strength.

Keywords: Fused Deposition Modelling (FDM), Polylactic Acid (PLA), Heat Treatment, Annealing, Pressure, Tensile Strength, Porosity, *Void*.