

ABSTRAK

Industri metalurgi di Indonesia khususnya sedang mengalami perkembangan yang cukup signifikan, mulai dari pengembangan hulu metalurgi yaitu proses pengolahan suatu material serta pengembangan pada hilir metalurgi yaitu pembuatan produk. 3D Printer FDM adalah teknologi revolusioner dalam Aditif Manufaktur (AM). *Polylactic Acid* (PLA) merupakan polimer *biodegradable* yang diperoleh dari asam laktat serta memiliki sifat *biocompatible* artinya polimer ini dapat terpapar dengan permukaan tubuh tanpa menimbulkan efek berbahaya. Hal ini menjadi acuan para metalurgis dalam pengembangan dan peningkatan produk tersebut, salah-satunya yaitu produk polimer gips untuk penyangga tulang manusia yang mengalami retak maupun patah. *Nozzle Temperature* ialah suhu untuk mencairkan *filament*, agar dapat di *extrude* dari spesimen yang ingin dicetak. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai kuat tarik, *shrinkage* dan nilai *Flexural* suatu spesimen adalah *Nozzle Temperature*. Penelitian eksperimental ini menggunakan variasi *Nozzle Temperature* 210°C, 220°C, 230°C dan tipe *infill pattern honeycomb* dengan kecepatan cetak printer 3D 80mm/s untuk mencetak spesimen. Pembuatan spesimen *Tensile Test* berdasarkan standar ASTM D 638 tipe 4, sedangkan spesimen *Flexural Test* dilakukan berdasarkan standar ASTM D 790. *Tensile Test*, *Flexural Test* dan analisis makrostruktur akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh *Nozzle Temperature* terhadap sifat mekanis dan karakteristik filament PLA. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa *shrinkage* yang dihasilkan spesimen 3D print untuk *Tensile Test* pada *Nozzle Temperature* 230°C memiliki nilai yang tertinggi dibandingkan dengan *Nozzle Temperature* 210°C dan 220°C, yaitu sebesar $2,83 \pm 1,62\%$. Sedangkan untuk spesimen *Flexural Test* pada *Nozzle Temperature* 230°C memiliki nilai yang tertinggi juga dibandingkan dengan *Nozzle Temperature* 210°C dan 220°C, yaitu sebesar $4,33 \pm 1,07\%$. Hasil pengujian *Tensile Test* juga didapatkan bahwa pada *Nozzle Temperature* 230°C menghasilkan nilai σ_{UTS} dan σ_{FS} tertinggi masing-masing sebesar $39,60 \pm 2,60$ MPa dan $48,73 \pm 0,76$ MPa dibandingkan dengan *Nozzle Temperature* 210°C dan 220°C. Kemudian pada analisis makrostruktur, diameter ukuran butir terbesar terjadi pada spesimen *Nozzle Temperature* 220°C sebesar $0,37 \pm 0,009$ mm, hal ini mengindikasikan pada spesimen tersebut memiliki nilai *Elongation* tertinggi. Akan tetapi pada porositas yang dihasilkan, *Nozzle Temperature* pada 230°C juga menghasilkan porositas terkecil sebesar $0,04$ mm² atau 1,46% dibandingkan dengan *Nozzle Temperature* 210°C dan 220°C. Dalam hal ini, kenaikan *Nozzle Temperature* mengakibatkan *shrinkage* yang cukup besar yang dibuktikan dengan kecilnya porositas yang terbentuk. Oleh karena itu, variasi *Nozzle Temperature* pada Spesimen 3D Printer PLA sangat mempengaruhi sifat mekanik material dan karakteristik material tersebut.

Kata Kunci: 3D Printer, FDM, *Polylactic Acid* (PLA), *Nozzle Temperature*.

ABSTRACT

The metallurgical industry, in particular experiencing significant development, starting from the development of upstream metallurgy, namely the processing of a material and development of downstream metallurgy, namely the manufacture of products. FDM 3D Printer is a revolutionary technology in Manufacturing Additives (AM). Polylactic Acid (PLA) is a biodegradable polymer obtained from lactic acid and has biocompatible properties, meaning that this polymer can be exposed to body surfaces without causing harmful effects. This has become a reference for metallurgists in developing and improving these products, one of which is a gypsum polymer product to support cracked or broken human bones. Nozzle Temperature is the temperature at which the filament melts, so that it can be removed from the specimen to be printed. One of the factors that affect the value of the tensile strength, shrinkage, and bending of a specimen is the Nozzle Temperature. This experimental research uses Nozzle Temperature variations of 210°C, 220°C, 230°C and honeycomb infill pattern type with a 3D printer, printing speed of 80mm/s to print specimens. Tensile Test specimens were made based on the ASTM D 638 type 4 standard, while the Flexural Test specimens were carried out based on the ASTM D 790 standard. Tensile Test, Flexural Test, and macrostructural analysis were carried out to determine the effect of Nozzle Temperature on the mechanical properties and characteristics of the PLA filament. Based on the research, it was found that the shrinkage produced by the 3D print specimen for the Tensile Test at the Nozzle Temperature 230°C had the highest value compared to the Nozzle Temperature 210°C and 220°C, which was $2,83 \pm 1,62\%$. Meanwhile, the Flexural Test specimen at Nozzle Temperature 230°C has the highest value compared to Nozzle Temperature 210°C and 220°C, which is $4,33 \pm 1,07\%$. The results of the Tensile Test also found that the Nozzle Temperature 230°C produced the highest UTS and FS values of $39,60 \pm 2,60$ MPa and $48,73 \pm 0,76$ MPa respectively compared to the Nozzle Temperature 210°C and 220°C. Then in macrostructural analysis, the largest grain size diameter occurred in the Nozzle Temperature 220°C specimen of $0,37 \pm 0,009$ mm, this indicates that the specimen has the highest Elongation value. However, for the porosity produced, the Nozzle Temperature at 230°C also produces the smallest porosity of 0,04 mm² or 1,46% compared to the Nozzle Temperature of 210°C and 220°C. In this case, the increase in Nozzle Temperature resulted in a large enough shrinkage as evidenced by the small porosity formed. Therefore, variations in Nozzle Temperature on PLA 3D Printer Specimen greatly affect the mechanical properties of the material and the characteristics of the material.

Keywords: 3D Printer, FDM, Polylactic Acid (PLA), Nozzle Temperature.