

ABSTRAK

Total disc replacement (TDR) merupakan salah satu metode dalam pengobatan penyakit *disc degeneration disease* (DDD) pada *lumbar intervertebral disc* (IVD) dengan mengganti disk tulang belakang yang mengalami kerusakan dengan implan buatan. Salah satu yang menjadi tantangan dalam fabrikasi implan IVD adalah bagaimana melakukan produksi implan dengan biaya produksi yang murah dan cepat untuk ukuran tulang belakang manusia yang berbeda – beda. *Fused deposition modelling* (FDM) merupakan salah satu jenis teknologi *additive manufacturing* (AM) yang bekerja dengan proses ekstrusi material berbentuk *filament*. *Thermoplastic polyurethane* (TPU) merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang memiliki struktur elastis dan memiliki kekuatan mekanis yang baik. Untuk mengoptimalkan sifat mekanis material TPU hasil proses FDM agar sesuai dengan syarat sifat mekanis dari implan TDR, diperlukan optimalisasi parameter proses pencetakan selama proses FDM.

Penelitian kali ini akan berfokus pada mencari nilai parameter proses optimum FDM berupa suhu ekstrusi dan orientasi *raster* berdasarkan hasil pengujian tarik, tekan dan porositas material. Variasi parameter suhu ekstrusi yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah suhu 190, 200, 210, 220 dan 230 °C, sedangkan variasi parameter orientasi *raster* yang digunakan adalah 0°, 30°, 45°, 60°, 90°, 0° - 90° dan 45° - 135°.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik material tertinggi dicapai saat suhu ekstrusi 220 °C pada orientasi raster 0° dan suhu ekstrusi 200 °C pada orientasi *raster* 90°. Kekuatan tekan tertinggi dan porositas terendah dicapai saat suhu ekstrusi sebesar 190 °C. Berdasarkan hasil pengujian pula, baik hasil uji tarik dan tekan tertinggi serta porositas terendah dicapai saat orientasi *raster* sebesar 0°. Berdasarkan analisis *one way ANOVA*, maka ditentukan bahwa suhu ekstrusi optimum proses FDM berada pada kisaran suhu 200 - 210 °C dan material TPU hasil proses FDM memenuhi syarat sifat mekanis untuk implan TDR.

Kata kunci: TDR, FDM, Suhu ekstrusi, Orientasi raster, Kekuatan tarik, Kekuatan tekan, Porositas

ABSTRACT

Total disc replacement (TDR) is one method in the treatment of lumbar intervertebral disk (IVD) that affected by disc degenerative disease (DDD). This method is done by replacing the damaged spinal disc with an artificial implant. One of the challenges in the fabrication of an IVD implant is how to produce implant with a cheap cost and fast production for different sizes of the human spine. Fused deposition modelling (FDM) is a type of additive manufacturing (AM) technology that works with the filament extrusion process. Thermoplastic polyurethane (TPU) is a type of thermoplastic polymer that has an elastic structure and good mechanical properties. To optimize the mechanical properties of TPU material with FDM process that suitable with mechanical properties requirements of TDR implant, it is necessary to optimize process parameters during the FDM process.

This research will focus in determine the optimum FDM process like extrusion temperature and raster orientation with checking the results in tensile test, compressive test and porosity test. Variations of extrusion temperature parameters that used in this study are 190, 200, 210, 220, and 230 °C, while the variations of raster orientation parameters are 0°, 30°, 45°, 60°, 90°, 0° - 90° and 45° - 135°.

The test results show that the highest value of tensile strength can be reached when the extrusion temperature is 220 °C with 0° in raster orientation and 200 °C with 90° in raster orientation. The highest compressive strength and lowest porosity can be reached when the extrusion temperature is 190 °C. Based on tensile test, compressive test, and porosity test, it can be determined that the optimum orientation is 0°. Based of *one way* ANOVA, it can be determined that the optimum extrusion temperature for FDM process is about 200 – 210 °C and TPU material with FDM process is qualified in mechanical properties for TDR implant.

Keywords : TDR, FDM, Extrusion temperature, Raster orientation, Tensile strength, Compressive strength, Porosity