

## INTISARI

Sejalan dengan perkembangan teknologi 3D *printing* FDM, material filamen komersial sudah banyak dijumpai di pasaran, salah satunya adalah filamen *foodgrade*. Aplikasi material *foodgrade* sangat luas terutama pada hal-hal yang berhubungan dengan makanan, minuman dan obat-obatan. Hal ini karena material ini dapat mempertahankan komposisi kimianya dalam temperatur yang cukup tinggi ( $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sehingga tidak mengontaminasi makanan, minuman maupun obat-obatan. Melihat pesatnya perkembangan teknologi FDM serta peran material *foodgrade* untuk berbagai keperluan, penelitian ini akan menggali informasi mengenai parameter optimum untuk menghasilkan objek cetak FDM dengan kekuatan tarik tertinggi menggunakan filamen *foodgrade*.

Penelitian ini menggunakan tiga material filamen yang termasuk dalam kategori *foodgrade* yaitu *Polyethylene Terephthalate Glycol-modified* (PETG) dengan merek eSUN, *Nylon* dengan merek Reguler, serta *Polypropylene* (PP) dengan merek Reguler. Ketiga filamen akan dicetak menggunakan 3D printer FDM tipe Delta dengan variasi 4 parameter proses dan 3 level. Parameter yang digunakan antara lain temperatur ekstruder, temperatur meja, tinggi lapisan dan *feedrate*. Filamen PETG dan *Nylon* akan dicetak dengan temperatur ekstruder 230, 240 dan 250  $^{\circ}\text{C}$ ; sedangkan filamen PP akan dicetak dengan temperatur ekstruder 210, 225 dan 240  $^{\circ}\text{C}$ . Sementara itu parameter lain ditetapkan sama untuk ketiga material, yaitu; temperatur meja (70, 80, 90  $^{\circ}\text{C}$ ), tinggi lapisan (0,1; 0,2; 0,3 mm), dan *feedrate* (20, 30, 40 mm/s). Spesimen uji tarik dicetak berdasarkan standar ASTM D638 tipe V dengan replikasi sebanyak 3 kali. Data hasil uji tarik dianalisis menggunakan metode Taguchi L9 ( $3^4$ ) dan ANOVA untuk mendapatkan variasi parameter optimum yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi.

Berdasarkan Analisis Taguchi dan ANOVA, parameter yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik spesimen PETG adalah ketinggian lapisan (0,1 mm), kemudian diikuti oleh *feedrate* (20 mm/s) dan temperatur ekstruder (240  $^{\circ}\text{C}$ ), serta temperatur meja (70  $^{\circ}\text{C}$ ). Pada spesimen *Nylon*, parameter yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik yaitu ketinggian lapisan (0,1 mm), temperatur meja (90  $^{\circ}\text{C}$ ), temperatur ekstruder (230  $^{\circ}\text{C}$ ) serta *feedrate* (30 mm/s). Parameter yang paling berpengaruh terhadap kekuatan tarik spesimen PP adalah ketinggian lapisan (0,1 mm), kemudian diikuti oleh temperatur ekstruder (240  $^{\circ}\text{C}$ ), *feedrate* (20 mm/s) serta temperatur meja (90  $^{\circ}\text{C}$ ). Kekuatan tarik spesimen setelah proses optimasi untuk material PETG, *Nylon* dan PP berturut-turut adalah 44,29 MPa, 37,50 MPa dan 19,05 MPa.

**Kata kunci:** FDM, *Foodgrade*, Parameter, Kekuatan Tarik, Optimasi

## ABSTRACT

Today, many commercial filaments are available on the market, one of which is foodgrade filaments. The application of foodgrade material is very broad especially relating to food, beverage and medicine. This is because this material can maintain its chemical composition in high temperature ( $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) without contaminating food, drinks or drugs. Seeing the rapid development of FDM technology and the role of foodgrade materials for various purposes, this study will explore information on optimum parameters to produce FDM print objects with the highest tensile strength using foodgrade filaments.

This research uses three material filaments which are included in foodgrade category namely Polyethylene Terephthalate Glycol-modified (PETG) with brand of eSUN, Nylon with Regular brand, and Polypropylene (PP) with Regular brand. The three filaments will be printed using 3D Delta FDM printers with variations of 4 process parameters and 3 levels. Parameters used include extruder temperature, bed temperature, layer height and feedrate. PETG and Nylon filaments will be printed with extruder temperatures of 230, 240 and 250  $^{\circ}\text{C}$ ; while the PP filament will be printed with an extruder temperature of 210, 225 and 240  $^{\circ}\text{C}$ . Meanwhile, other parameters are set the same for the three materials, namely; bed temperature (70, 80, 90  $^{\circ}\text{C}$ ), layer height (0.1, 0.2, 0.3 mm), and feedrate (20, 30, 40 mm/s). Tensile test specimens were printed according to ASTM D638 standard type V with 3 times replication. Data of tensile test were analyzed using Taguchi L9 ( $3^4$ ) and ANOVA method to obtain the optimum parameter variation which yielded the highest tensile strength.

Based on the analysis of Taguchi and ANOVA, the most influential parameters for PETG specimen are layer height (0.1 mm), followed by feedrate (20 mm/s), extruder temperature (240  $^{\circ}\text{C}$ ), and bed temperature (70  $^{\circ}\text{C}$ ). For Nylon specimen, the most influential parameters are the layer height (0.1 mm), bed temperature (90  $^{\circ}\text{C}$ ), extruder temperature (230  $^{\circ}\text{C}$ ) and feedrate (30 mm/s). The most influential parameters for PP specimen are the layer height (0.1 mm), followed by extruder temperature (240  $^{\circ}\text{C}$ ), feedrate (20 mm/s) and bed temperature (90  $^{\circ}\text{C}$ ). The tensile strength of the specimens after the optimization process for PETG, Nylon and PP materials was 44.29 MPa, 37.50 MPa and 19.05 MPa respectively.

**Keywords:** FDM, Foodgrade, Parameter, Tensile Strength, Optimization