

## INTISARI

Penelitian yang sedang berlangsung di Laboratorium Desain dan Pengembangan Produk Universitas Gadjah Mada mencoba melakukan modifikasi mesin *printer* tiga dimensi Portabee supaya bisa digunakan untuk fabrikasi material berupa pasta silika-bioplastik. Modifikasi yang dilakukan adalah mengganti sistem pengumpanan filamen menjadi sistem pengumpanan ekstrusi ulir tunggal.

Kualitas dimensi produk dipengaruhi oleh ukuran *layer* ekstrusi. Ukuran *layer* direpresentasikan oleh volume ekstrusi dan dipengaruhi oleh laju aliran volumetrik material dari proses ekstrusi. Penelitian ini mengevaluasi laju aliran volumetrik material setelah modifikasi supaya dapat menghasilkan volume ekstrusi yang sesuai, yaitu volume ekstrusi yang sama dengan kondisi sebelum modifikasi yang diwakili oleh mesin Portabee untuk material PLA (*poly lactic acid*) berbentuk filamen.

Nilai volume ekstrusi PLA sebesar 0,1990 mL pada kecepatan ekstrusi 100 mm/menit dianggap sebagai nilai volume ekstrusi pasta silika-bioplastik yang diharapkan. Berdasarkan uji *mean* dari sampel ekstrusi pasta silika-bioplastik yang telah diambil, sistem pengumpanan ekstrusi ulir tunggal belum memberikan volume ekstrusi yang sesuai, sehingga diperlukan upaya perbaikan terhadap laju aliran volumetrik material. Dengan waktu ekstrusi yang diketahui yaitu 18 detik, maka laju aliran volumetrik yang dibutuhkan pada kecepatan ekstrusi 100 mm/menit adalah 0,0111 mL/s.

Aspek yang dipilih sebagai upaya perbaikan adalah kecepatan rotasi dari ulir ekstrusi karena dapat dikontrol dengan mudah melalui *software* Pronterface. Kecepatan rotasi ulir pada kecepatan ekstrusi 100 mm/menit sebelum perbaikan adalah 32,3775 RPM. Berdasarkan analisis regresi linier sederhana dengan tingkat kepercayaan 90,6% untuk mendapatkan laju aliran volumetrik yang diharapkan, yaitu sebesar 0,0111 mL/s, dibutuhkan kecepatan rotasi ulir sebesar 19,7521 RPM pada kecepatan ekstrusi 100 mm/menit.

Perbaikan yang telah dilakukan merupakan upaya reduksi kecepatan rotasi ulir melalui interaksi roda gigi dengan rasio ( $N_{\text{motor}} : N_{\text{ulir}} = 1,6392$ ). Dengan tingkat kepercayaan 95%, upaya perbaikan telah berhasil mendapatkan kecepatan rotasi ulir ekstrusi dan laju aliran volumetrik material yang sesuai untuk material pasta silika-bioplastik dengan nilai viskositas 30 dPa.s.

Berdasarkan percobaan pembuatan spesimen yang telah dilakukan, diketahui material pasta silika-bioplastik dengan viskositas 30 dPa.s belum dapat diterapkan sebagai material untuk proses 3D-*print*. Dengan menambah kepekatan larutan silika menjadi 62,5%, viskositas pasta naik menjadi 70 dPa.s dan telah memberikan hasil *print* yang lebih baik.

Kata kunci: *printer* tiga dimensi, fabrikasi, pasta, silika, bioplastik, *aqueous-based extrusion fabrication*, laju aliran volumetrik, reduksi kecepatan rotasi ulir.

## ABSTRACT

Ongoing research at Product Design and Development Laboratory Gadjah Mada University trying to make a modification on “Portabee” 3D-Printer in order to handle the silica-bioplastic paste-form material. Modification that have been made is changing the feeding system from filament extruder to single screw extruder.

Dimension quality of the product affected by the layer size of extruded material. Layer size represented by extrusion volume and affected by volumetric flowrate of material from the extrusion process. This research evaluates the volumetric flowrate of the single screw extruder feeding system after modification. The value of the volumetric flowrate before the modification, which is the volumetric flow rate of PLA filament, is being set as evaluation parameter.

Volumetric flowrate of PLA at extrusion speed of 100 mm/min and extrusion time of 18 second is 0.0111 mL/s. Comparison result using hypothesis testing shows that extruder’s current condition are still not provide the appropriate value of volumetric flow rate for silica-bioplastic paste-form material with viscosity value of 30 dPas.

Rotation speed of extrusion screw selected as an improvement point because it can be controlled easily via software: Pronterface. Extrusion screw’s rotation speed before modification is at 32.3775 RPM. Through the simple linear regression with a confidence level of 90.6%, to obtain the expected volumetric flow rate, that is equal to 0.0111 mL / s, it takes a screw rotation speed of 19.7521 RPM.

The expected value of extrusion screw’s rotation speed can be achieved by spur gear interaction with ratio of ( $N_{\text{motor}} : N_{\text{screw}}$ ) = 1,6392. With a confidence level of 95%, the improvement has been successfully provide a proper value of screw rotation speed and volumetric flow rate for silica-bioplastic paste-form material with viscosity value of 30 dPas.

Based on the trial of specimen making, the result shows that silica-bioplastic paste-form material with viscosity value of 30 dPa.s cannot be used as 3D-print material. By adding concentration of silica solution to 62.5%, the viscosity value increased to 70 dPas and has given the better print result.

**Keywords:** 3D-Printer, fabrication, paste-form, silica, bioplastic, 3D-Print, aqueous-based extrusion fabrication, volumetric flow rate, rotation speed reduction