

ABSTRACT

Additive manufacturing (AM) technology continues to develop. One of the currently popular additive manufacturing methods is the fused deposition modeling method. The working principle of this method is by extruding the melted polymer filament material and has passed the recrystallization temperature through a nozzle, then the product will be formed layer by layer through the relative movement of the machine table. The most commonly used filament material is polylactic acid (PLA), however, due to its lack of strength, the application of PLA is limited. For this reason, it is necessary to carry out material engineering techniques on PLA by adding additives. One of the additives that can strengthen PLA filaments is carbon nano tube (CNT).

In this study, PLA/CNT composite filaments were made with variations of CNT 0.025, 0.05, and 0.075 wt% using the single screw extrusion method. The extrusion process was carried out with temperature variations of 143, 145, and 147°C by adding polyethylene glycol (PEG) at variations of 3 and 5 wt% as a plasticizer to increase flexibility and workability.

The results of observations with a scanning electron microscope (SEM) and macro photos indicate that the extrusion process runs with unstable feeding and pressure. From the differential scanning calorimetry (DSC) characterization test, the degree of crystallinity in the variations of extrusion of PLA/CNT filaments increased equal with the concentration of CNT, PEG, and extrusion temperature. In the fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) characterization test, there was a significant change in the chemical composition of the filament, which was also in line with the decrease in mechanical properties. All the effects of the research variables resulted in almost all of the filaments experiencing a decrease in mechanical properties due to the poor dispersion of CNT on the PLA polymer. It can be concluded that the addition of CNT and PEG to PLA with the single screw extrusion method makes PLA has brittle properties.

Keywords: PLA, filament, carbon nano tube, ekstrusion, PEG

Teknologi *additive manufacturing* (AM) mengalami perkembangan yang pesat. Salah satu metode *additive manufacturing* yang saat ini populer di berbagai belahan dunia adalah metode *fused deposition modelling*. Prinsip kerja metode ini adalah dengan cara mengekstrusi material filamen polimer yang meleleh dan sudah melewati temperatur rekristalisasinya melalui sebuah *nozzle*, kemudian produk akan terbentuk secara lapis demi lapis yang dibentuk melalui gerakan relatif dari meja mesin. Material filamen yang paling sering digunakan adalah *polylactic acid* (PLA), akan tetapi karena masih memiliki kekurangan salah satunya kekuatannya yang kurang baik menjadikan pengaplikasian PLA menjadi terbatas. Untuk itu perlu dilakukan teknik rekayasa material pada PLA dengan memberi bahan tambah (*additive*). Salah satu bahan tambah yang dapat memperkuat filamen PLA adalah *carbon nano tube* (CNT).

Pada penelitian ini, dilakukan pembuatan filamen komposit PLA/CNT dengan variasi CNT 0.025, 0.05, dan 0.075 wt% menggunakan metode *single screw extrusion*. Proses ekstrusi dilakukan dengan variasi temperatur 143, 145, dan 147°C dengan memberi tambahan *polyethylene glycol* (PEG) pada variasi 3 dan 5 wt% sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitas dan *workability*.

Hasil pengamatan dengan *scanning electron microscope* (SEM) dan foto makro mengindikasikan bahwa proses ekstrusi berjalan dengan *feeding* dan *pressure* yang tidak stabil. Dari pengujian karakterisasi *differential scanning calorimetry* (DSC), derajat kristalinitas pada variasi ekstrusi filamen PLA/CNT mengalami peningkatan seiring meningkatnya konsentrasi CNT, PEG, dan temperatur ekstrusi. Pada pengujian karakterisasi *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) terdapat perubahan komposisi kimia pada filamen yang signifikan, yang juga sejalan dengan penurunan sifat mekanis. Semua pengaruh dari variabel penelitian mengakibatkan mayoritas filamen mengalami penurunan sifat mekanis akibat dari kurang baiknya dispersi CNT pada *polymer* PLA. Dapat Disimpulkan bahwa penambahan CNT dan PEG pada PLA dengan metode *single screw extrusion* menjadikan PLA mempunyai sifat yang getas.

Kata Kunci: PLA, filamen, carbon nano tube, ekstrusi, PEG