

ABSTRAK

Pada proses pencetakan 3D Printer *Fused Deposition Modeling* (FDM), kestabilan suhu *nozzle* merupakan faktor krusial untuk menjaga kualitas hasil cetak. Fluktuasi suhu yang tidak terkontrol dapat menyebabkan cacat seperti *stringing*, *over-extrusion*, serta *overshoot* pada respon sistem pemanas. Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi kontrol suhu *nozzle* berbasis *Model Predictive Control* (MPC) dengan observasi gangguan (*Disturbance Observer*, DO) untuk meningkatkan performa sistem pengendalian suhu. Metode MPC digunakan karena kemampuannya memprediksi perilaku sistem di masa depan dan mengoptimalkan aksi kontrol berdasarkan batasan yang ditentukan, sedangkan *observer* digunakan untuk memperkirakan gangguan nyata yang tidak terukur seperti variasi lingkungan dan perubahan karakteristik *thermal heater*. Integrasi MPC dengan DO mampu meminimalkan *overshoot* dan mengurangi gejala *stringing* secara signifikan. Di mana kenaikan suhu *nozzle* membutuhkan waktu ± 45 detik dan tidak terdapat *overshoot*, *overshoot* 2,5% terjadi saat ada gangguan perubahan suhu pada *nozzle*. Waktu yang dibutuhkan untuk kembali pada *setpoint* setelah terjadi gangguan ± 10 detik. Sehingga menghasilkan cetakan yang lebih baik tanpa ada bulu halus atau *stringing*. Dengan demikian, pendekatan ini efektif dalam meningkatkan kestabilan suhu *nozzle* dan kualitas hasil cetak 3D Printer FDM.

Kata kunci: 3D Printer FDM, kontrol suhu, *Model Predictive Control* (MPC), *Disturbance Observer* (DO), *overshoot*, *stringing*.

ABSTRACT

In the Fused Deposition Modeling (FDM) 3D Printer printing process, nozzle temperature stability is a crucial factor in maintaining print quality. Uncontrolled temperature fluctuations can cause defects such as stringing, over-extrusion, and overshoot in the heating system response. This study discusses the design and implementation of nozzle temperature control based on Model Predictive Control (MPC) with disturbance observation (Disturbance Observer, DO) to improve the performance of the temperature control system. The MPC method is used because of its ability to predict future system behavior and optimize control actions based on specified limits, while the observer is used to estimate real, unmeasured disturbances such as environmental variations and changes in the heater's thermal characteristics. The integration of MPC with DO can minimize overshoot and reduce stringing symptoms significantly. Where the nozzle temperature increase takes ± 45 seconds and there is no overshoot, 2.5% overshoot occurs when there is a temperature change disturbance in the nozzle. The time required to return to the setpoint after a disturbance occurs is ± 10 seconds. Thus producing better prints without fluff or stringing. Thus, this approach is effective in improving nozzle temperature stability and FDM 3D printer print quality.

Keywords: FDM 3D printer, temperature control, Model Predictive Control (MPC), Disturbance Observer (DO), overshoot, stringing.