

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi, pencetakan tiga dimensi (3D *printing*) semakin banyak diterapkan dalam berbagai industri, mulai dari manufaktur, kesehatan, hingga otomotif. Salah satu teknologi 3D *printing* yang paling banyak digunakan adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM). Prinsip kerja dari FDM ialah proses ekstrusi termoplastik yang dilakukan oleh heater melalui *nozzle* pada suhu leleh filamen, kemudian dicetak dengan cara meletakkan filamen hasil ekstrusi lapis per lapis, filamen yang paling umum digunakan pada proses 3D *printing* adalah PLA dan ABS [1].

Pengaturan suhu *nozzle* sangat penting untuk mendapat hasil leleh filamen yang sesuai. Suhu *nozzle* yang tidak stabil dapat menyebabkan beberapa masalah, di antaranya *overshoot* dan *stringing*. *Overshoot* ialah kondisi di mana suhu *nozzle* melebihi nilai yang diinginkan, yang dapat menyebabkan material mencair lebih cepat dari yang dapat mempengaruhi akurasi dan kualitas hasil cetakan. Sementara itu, *Stringing* adalah keadaan dimana ketika pengeprinan dilakukan, timbul adanya sisa plastik yang keluar dari *nozzle* saat perpindahan dari satu lokasi ke lokasi lain [2]. Kedua masalah ini dapat menurunkan kualitas cetakan dan mempengaruhi produktivitas pencetakan 3D.

Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan metode pengontrolan suhu yang dapat mengatasi perubahan suhu dengan cepat dan akurat. Salah satunya ialah *Model Predictive Control* (MPC). MPC merupakan metode kendali yang bertujuan menghasilkan tindakan kontrol optimal dengan meramalkan perilaku sistem berdasarakan model matematis. Teknik ini memanfaatkan model matematika yang menggambarkan respons sistem untuk meramalkan masa depan, dan kemudian memilih tindakan kontrol yang optimal guna mencapai tujuan yang diinginkan [3]. Dalam hal ini, MPC dapat digunakan untuk mengatur suhu *nozzle* dengan lebih akurat, memperhitungkan gangguan yang dapat terjadi, serta meminimalkan *overshoot* dan *stringing*.

Selain itu, untuk menangani gangguan yang dapat mempengaruhi suhu *nozzle*, digunakan pendekatan tambahan *Disturbance Observer* (DO). DO bekerja dengan memperkirakan besarnya gangguan secara real-time menggunakan model sistem, sehingga gangguan tersebut dapat dikompensasi langsung pada sinyal kontrol [4]. Hal ini memungkinkan MPC untuk lebih responsif terhadap perubahan yang terjadi selama proses pencetakan. Dengan menggabungkan pendekatan MPC dan DO, diharapkan dapat tercapai kontrol suhu *nozzle* yang lebih stabil dan optimal, yang pada akhirnya akan mengurangi masalah *overshoot* dan *stringing* pada proses pencetakan 3D berbasis FDM.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang ingin dipecahkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengimplementasikan *Model Predictive Control* (MPC) untuk mengatur suhu *nozzle* pada 3D printer berbasis FDM?
2. Bagaimana *Disturbance Observer* (DO) dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengatasi gangguan yang mempengaruhi suhu *nozzle* selama proses pencetakan?
3. Sejauh mana kombinasi MPC dan DO dapat meminimalkan masalah *overshoot* dan *stringing* pada proses pencetakan 3D?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan latar belakang, tujuan dan manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem kontrol suhu *nozzle* 3D printer berbasis FDM menggunakan *Model Predictive Control* (MPC).
2. Mengimplementasikan *Disturbance Observer* (DO) untuk mendeteksi dan mengatasi gangguan yang mempengaruhi suhu *nozzle*.
3. Menganalisis dan menguji efektivitas kombinasi MPC dan DO dalam meminimalkan *overshoot* dan *stringing* pada proses pencetakan 3D.

Adapun selain memperoleh tujuan dari penelitian juga diperoleh manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Meningkatkan kualitas produk
2. Efisiensi proses produksi
3. Kontribusi dalam pengembangan teknologi sistem kontrol.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini bertujuan untuk membatasi ruang lingkup dari pembahasan agar lebih jelas dan tidak menyebar ke hal yang tidak diinginkan. Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada sistem kontrol suhu *nozzle* 3D printer jenis *Fused Deposition Modeling* (FDM), tanpa membahas kontrol posisi, kecepatan ekstruder, atau sumbu gerak printer.
2. Gangguan (*disturbance*) yang diamati terbatas pada perubahan suhu lingkungan yang memengaruhi kestabilan suhu *nozzle*.
3. Pengujian kontrol suhu akan dilakukan pada suhu *nozzle* 200°C.

1.5 Metodologi Penulisan

Untuk memudahkan penulisan laporan akhir penulis menggunakan metode sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan
Pada bab I ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan tentang kontrol suhu *nozzle* 3d printer fdm berbasis mpc dengan observasi gangguan.
2. Bab II Teori Penunjang
Pada bab II teori penunjang yang berisi tentang dasar – dasar teori yang digunakan sebagai acuan seperti kajian pustaka tentang hasil penelitian terdahulu, dan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian.
3. Bab III Perancangan Sistem

Pada bab III ini, berisi tentang perancangan suatu alat yang akan dibuat. Mulai dari perancangan desain alat, rangkaian elektronika, diagram blok sistem, *Flowchart* serta gambaran alat yang akan dibuat.

4. Bab IV Implementasi dan Uji Sistem

Pada bab IV ini berisi tentang hasil dan pembahasan, berupa analisis hasil eksperimen dan pengujian terhadap pengaruh penerapan MPC dan DO pada kontrol suhu *nozzle*.

5. Bab V Penutup

Bab V ini berisi tentang laporan hasil yang telah diperoleh dari pembuatan alat, saran, dan Kesimpulan.

1.6 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini dibutuhkan jadwal dan rencana kegiatan seperti yang terlihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.

No	Nama kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Mengidentifikasi masalah dan mencari referensi berupa jurnal, prosiding, dan artikel						
2	Perancangan sistem						
3	Implementasi MPC dengan observasi gangguan						
4	Pengujian dan pengambilan data						
5	Analisis data						
6	Penyusunan laporan						