

Rancang Bangun dan Desain Alat Plastic Injection Molding

1st Don Vito Valentino M.I.H.R.I

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

donvito@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Porman Pangaribuan

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

porman@telkomuniversity.ac.id

3rd Irham Mulkan Rodiana

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

irhammulkan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Volume sampah plastik yang terus meningkat membutuhkan solusi inovatif untuk daur ulang dan pemanfaatan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin *injection molding* yang dapat mengolah sampah plastik menjadi produk bernilai jual. Metode yang digunakan meliputi desain 3D dengan Autodesk Fusion 360 untuk memastikan presisi dan kemudahan perakitan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin ini mampu memproses jenis sampah plastik PET, dan PLA. Desain yang diterapkan mencakup panjang aktuator pendorong, ukuran *barrel* yang sesuai, dan cetakan yang mampu membentuk produk berkualitas. Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah bahwa mesin *injection molding* ini dapat berfungsi dengan baik dalam mengurangi sampah plastik dan mendukung produksi yang berkelanjutan.

Kata kunci— *injection molding*, daur ulang plastik, Autodesk Fusion 360, desain 3D, efisiensi produksi, kualitas produk

I. PENDAHULUAN

Volume sampah plastik di dunia terus meningkat setiap tahun, menciptakan masalah lingkungan yang serius. Plastik, yang membutuhkan waktu ratusan tahun untuk terurai, sering kali berakhir di lautan dan tempat pembuangan akhir, merusak ekosistem dan mengancam kehidupan laut. Selain itu, limbah plastik yang tidak terkelola dengan baik juga dapat mencemari tanah dan air, serta berkontribusi terhadap perubahan iklim melalui emisi gas rumah kaca selama proses degradasi. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif untuk mengurangi dampak negatif ini dan memanfaatkan sampah plastik secara efektif.

Mesin *injection molding* adalah salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mendaur ulang plastik. Teknologi ini memungkinkan pengolahan sampah plastik menjadi produk-produk bernilai tinggi, seperti komponen industri, mainan, dan barang-barang rumah tangga. Dalam penelitian ini, kami mengembangkan mesin *injection molding* berbasis IoT yang dirancang untuk memproses berbagai jenis plastik daur ulang, seperti PET dan PLA

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan membangun mesin *injection molding* yang efisien, hemat biaya, dan mudah dioperasikan. Dengan menggunakan perangkat lunak desain 3D Autodesk Fusion 360, kami dapat merancang mesin dengan presisi tinggi dan memastikan bahwa setiap komponen dapat diproduksi dan dirakit dengan mudah. Desain alat ini mengacu pada panjang aktuator pendorong, ukuran volume *barrel*, dan cetakan yang mampu menghasilkan produk bernilai jual.

Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam upaya mengurangi volume sampah plastik dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya daur ulang plastik. Dengan mesin *injection molding* ini, kami berharap dapat membuka peluang baru dalam industri daur ulang dan mendukung upaya global untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan.

II. KAJIAN TEORI

A. *Injection Molding*

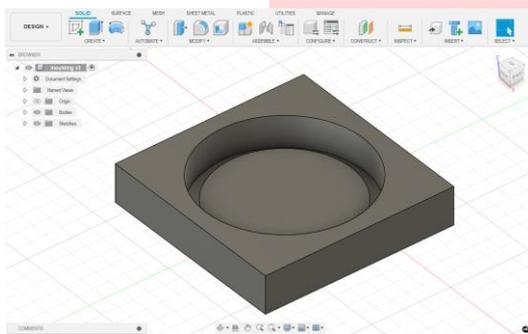
Injection molding adalah proses manufaktur untuk memproduksi bagian-bagian dari material termoplastik atau termoset melalui injeksi material ke dalam cetakan. Proses ini melibatkan pemanasan material plastik hingga meleleh, lalu menyuntikkannya ke dalam cetakan yang berbentuk sesuai dengan produk yang diinginkan. Setelah material mendingin dan mengeras, cetakan dibuka untuk mengeluarkan produk jadi. Teknologi *injection molding* digunakan secara luas dalam industri untuk memproduksi berbagai macam produk plastik dengan akurasi dan efisiensi tinggi.

B. Komponen Utama Mesin *Injection Molding*

1. **Aktuator Pendorong** Aktuator pendorong adalah komponen yang berfungsi untuk mendorong material plastik yang telah meleleh ke dalam cetakan. Aktuator ini harus memiliki kekuatan dan presisi tinggi untuk memastikan aliran material yang konsisten dan mengisi cetakan dengan sempurna. Penggunaan aktuator yang tepat dapat meningkatkan efisiensi proses dan kualitas produk akhir.

2. **Barrel** Barrel adalah bagian dari mesin *injection molding* tempat material plastik dipanaskan hingga meleleh sebelum disuntikkan ke dalam cetakan. Ukuran dan desain *barrel* sangat penting untuk memastikan pemanasan yang merata dan aliran material yang optimal. *Barrel* yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan kualitas produk dan mengurangi pemborosan material.

3. **Molding** *Molding* atau cetakan adalah komponen yang memberikan bentuk akhir pada produk plastik. Cetakan harus dirancang dengan akurasi tinggi dan bahan yang tahan lama untuk menghasilkan produk yang konsisten dan berkualitas tinggi. Proses desain cetakan melibatkan perhitungan yang cermat untuk memastikan bahwa produk jadi memiliki dimensi yang tepat dan permukaan yang halus.



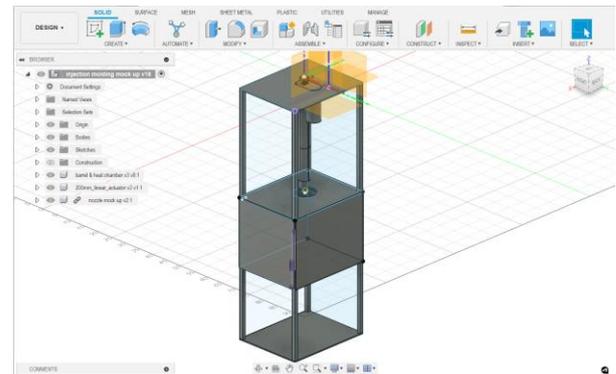
D. Autodesk Fusion 360

Autodesk Fusion 360[1] adalah perangkat lunak desain 3D berbasis cloud yang digunakan untuk membuat model dan simulasi komponen mekanis. Fusion 360 memungkinkan perancangan, analisis, dan optimisasi desain dalam satu platform, memudahkan kolaborasi dan iterasi desain. Dengan fitur-fitur seperti simulasi aliran material dan analisis kekuatan, Fusion 360 membantu dalam memastikan bahwa desain mesin *injection molding* memenuhi semua spesifikasi teknis dan beroperasi dengan efisiensi maksimal. Dengan memahami teori-teori ini, kita dapat merancang dan mengembangkan mesin *injection molding* berbasis IoT yang efisien, efektif, dan ramah lingkungan.

III. METODE

A. Penentuan Dimensi *Frame*

Penentuan dimensi *frame* dilakukan berdasarkan panjang aktuator pendorong yang digunakan. Dimensi *frame* menentukan ukuran keseluruhan mesin dan memastikan kestabilan serta efisiensi operasi. Langkah-langkahnya meliputi menentukan spesifikasi teknis aktuator pendorong, menghitung dimensi *frame* berdasarkan panjang aktuator dan tinggi *barrel*, membuat model 3D *frame* pada Autodesk Fusion 360, serta melakukan verifikasi dimensi dan kestabilan *frame* melalui simulasi di Autodesk Fusion 360.



B. Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan merupakan langkah krusial untuk memastikan mesin memiliki kekuatan dan daya tahan yang memadai[2]. Untuk *frame*, bahan yang digunakan adalah besi *hollow*. Langkah-langkahnya meliputi mengidentifikasi bagian-bagian utama mesin: *frame* dan kotak untuk *wiring*, memilih besi *hollow* untuk *frame* berdasarkan kekuatan dan stabilitas yang dibutuhkan, memastikan ketersediaan bahan besi *hollow* di pasar lokal.

C. Desain Komponen

Desain komponen mencakup pembuatan model 3D dari setiap bagian mesin dan verifikasi desain melalui simulasi. Langkah-langkahnya meliputi membuat model 3D untuk *frame* dan kotak *wiring* menggunakan Autodesk Fusion 360, verifikasi dimensi dan kesesuaian antar komponen melalui simulasi perakitan di Autodesk Fusion 360, serta menghasilkan gambar teknik yang lengkap dan detail untuk setiap komponen.

D. Implementasi Desain

Implementasi desain mencakup proses manufaktur dan perakitan komponen menjadi mesin yang berfungsi. Langkah-langkahnya meliputi memberikan desain dan dimensi komponen kepada bengkel manufaktur, memantau proses pembuatan komponen untuk memastikan sesuai dengan spesifikasi, melakukan kontrol kualitas pada setiap komponen yang telah diproduksi, merakit komponen sesuai dengan desain dan memastikan setiap bagian berfungsi dengan baik, serta melakukan uji coba awal untuk memastikan mesin beroperasi sesuai dengan desain dan spesifikasi yang telah ditetapkan.

E. Pengujian dan Validasi

Setelah mesin selesai dirakit, dilakukan pengujian dan validasi untuk memastikan fungsionalitas dan performa mesin. Langkah-langkahnya meliputi melakukan uji coba operasional untuk memastikan semua bagian mesin berfungsi dengan baik, mengukur dan mencatat performa mesin, termasuk suhu *barrel*, kecepatan pendorong, dan kualitas produk akhir, melakukan penyesuaian jika ditemukan masalah atau ketidaksesuaian, serta melakukan pengujian akhir untuk memastikan mesin siap digunakan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Aktuator Pendorong

Pengujian aktuator pendorong dilakukan dengan tujuan memastikan bahwa aktuator dapat beroperasi dengan normal pada mounting yang didesain. Pengujian ini melibatkan

pengamatan terhadap performa aktuator saat dioperasikan dalam kondisi yang telah disimulasikan pada desain awal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aktuator pendorong berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, dengan performa yang konsisten dan sesuai dengan spesifikasi desain.

B. Pengujian Suhu *Barrel*

Pengujian suhu *barrel* dilakukan untuk memastikan bahwa *barrel* dapat mencapai dan mempertahankan suhu yang diperlukan untuk melelehkan plastik[3]. Pengujian ini melibatkan monitoring suhu *barrel*[4] dalam interval waktu tertentu untuk melihat apakah suhu yang dicapai sesuai dengan titik lebur plastik yang digunakan (PET dan PLA). Hasil pengujian menunjukkan bahwa *barrel* mampu mencapai suhu yang diperlukan dan mempertahankannya dengan stabil.

C. Implementasi Desain

Implementasi desain melibatkan realisasi dari desain 3D yang dibuat menggunakan Autodesk Fusion 360 menjadi bentuk fisik. [5]Proses ini melibatkan beberapa langkah utama, yaitu: Pemilihan bahan yang sesuai, yaitu besi *hollow* untuk *frame* dan kotak *wiring*. Pemotongan dan pengelasan bahan sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan dalam desain. Perakitan komponen sesuai dengan desain untuk memastikan semua bagian dapat berfungsi dengan baik.

D. Validasi Desain

Validasi desain dilakukan dengan melakukan serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa alat yang dibuat sesuai dengan desain awal dan berfungsi dengan baik. Pengujian ini meliputi pengujian performa aktuator pendorong dan pengujian suhu *barrel*, serta pengamatan terhadap stabilitas dan keandalan struktur *frame*.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan alat Plastic *Injection Molding* yang berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Desain yang dibuat menggunakan Autodesk Fusion 360 diimplementasikan secara akurat dengan bahan besi *hollow* untuk *frame* dan plat besi untuk kotak *wiring*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aktuator pendorong dapat beroperasi dengan normal

pada *mounting* yang didesain dan *barrel* mampu mencapai serta mempertahankan suhu yang diperlukan untuk melelehkan plastik. Dengan demikian, alat ini dapat digunakan sebagai solusi dalam mengolah sampah plastik menjadi produk yang bernilai, sehingga diharapkan dapat membantu mengurangi jumlah sampah plastik yang ada.

REFERENSI

- [1] "Autodesk Fusion | 3D CAD, CAM, CAE, & PCB Cloud-Based Software | Autodesk." Accessed: Jul. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=FSN>
- [2] M. Yoshimura, "Decision Making in the Choosing of New Materials from the Standpoint of Machine Structural Dynamics," *Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design*, vol. 111, no. 1, pp. 110–116, Mar. 1989, doi: 10.1115/1.3258953.
- [3] "D3418 Standard Test Method for Transition Temperatures and Enthalpies of Fusion and Crystallization of Polymers by Differential Scanning Calorimetry." Accessed: Jul. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.astm.org/d3418-15.html>
- [4] S. Kanagalakshmi, D. Manamalli, and M. Mohamedrafiq, "Implementation of Multimodel-Based PID and Intelligent Controller for Simulated and Real-Time Temperature Control of Injection Molding Machine," *Chem Eng Commun*, vol. 203, no. 4, pp. 452–462, Apr. 2016, doi: 10.1080/00986445.2015.1023299.
- [5] A. Vonderohe, J. Zogg, G. Whited, and K. Brockman, "Planning the Implementation of Three-Dimensional Technologies for Design and Construction," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 2183, no. 1, pp. 129–138, Jan. 2010, doi: 10.3141/2183-14.