OPTIMASI PARAMETER PEMBENTUKAN DAN PENCETAKAN FILAMEN DAUR ULANG TUTUP GALON BERBAHAN LDPE

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh
M. Farrel Akbar Fauzi
220341010

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Optimasi Parameter Pembentukan dan Pencetakan Filamen Daur Ulang Tutup Galon Berbahan LDPE

Oleh:

M. Farrel Akbar Fauzi

220341010

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 28 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si.,M.Si.	**Dr.Eng.Pipit Anggraeni. S.T.,M.T.,M.Sc.Eng.**
NIP 198110052009121005	**NIP 197908242005012001**

Disahkan,

Penguji I,	Penguji II,	Penguji III,
Nur Jamiludin Ramadhan, S.Tr., M.T.	**Faisal Abdulrahman Budikasih S.Tr., M.Sc.Eng.**	**M. Harry Khomas Saputra, S.T., M.Ti.**
NIP 199402272020121005	**NRP 223411001**	**NIP 198803242022031002**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	M. Farrel Akbar Fauzi
NIM	:	220341010
Jurusan	:	Teknik Otomsai Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Optimasi Parameter Pembentukan dan Pencetakan Filamen Daur Ulang Tutup Galon Berbahan LDPE

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 – 07 – 2024
Yang Menyatakan,

(M. Farrel Akbar Fauzi)
NIM 220341010

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	M. Farrel Akbar Fauzi
NIM	:	220341010
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Optimasi Parameter Pembentukan dan Pencetakan Filamen Daur Ulang Tutup Galon Berbahan LDPE

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya barada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Nonekslusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 15 – 07 – 2024

Yang Menyatakan,

(M. Farrel Akbar Fauzi)

NIM 220341010

ABSTRAK

Peningkatan drastis sampah plastik di Indonesia, mencapai 6,55 juta ton per tahun pada 2022, mendorong perlunya solusi yang inovatif. Penanganan populer seperti 3R (*Reuse*, *Reduce*, *Recycle*) menjadi kunci, dengan fokus pada jenis *Low Density Polyethylene*. Salah satu solusi tepat adalah mengolahnya menjadi *filament* 3D *printing*, mengurangi limbah dan memenuhi kebutuhan mesin 3D *printer* yang semakin meningkat. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa parameter cetak yang tepat sangat penting dalam memproses *filament* dari daur ulang plastik.

Fokus penelitian ini adalah mencari parameter proses yang ideal, dengan menekankan *layer thickness*, *extrusion temperature*, dan *printing speed*, yang merupakan faktor kunci dalam membentuk kualitas cetakan 3D. Penelitian ini membangun pada rancang bangun mesin *ekstruder filament* sebelumnya menggunakan limbah plastik LDPE, dengan fokus pada menemukan parameter cetak yang optimal.

Pengujian menunjukkan bahwa perubahan kecepatan motor penarik mempengaruhi diameter filamen. LDPE menghasilkan filamen rata-rata 1,7 mm pada 20 RPM. Pengujian PET tidak berhasil karena konstruksi mesin dan metode ekstrusi berbeda, menggunakan potongan botol plastik memanjang, bukan pellet. Parameter cetak optimal untuk LDPE adalah suhu nozzle 210ºC, ketebalan layer 0.16, dan kecepatan 30 mm/s. Penggunaan HMI Nextion memungkinkan pemantauan kecepatan motor, suhu dengan sensor Max6675, dan kendali aktuator dalam sistem eksperimen.

Kata kunci: Sampah plastik, Filamen 3D *printing*, *Low Density Polyethylene* (LDPE), Parameter cetak 3D, Daur ulang plastik

ABSTRACT

The drastic increase in plastic waste in Indonesia, reaching 6.55 million tons per year in 2022, necessitates innovative solutions. Popular measures such as the 3R (Reuse, Reduce, Recycle) are key, with a focus on Low Density Polyethylene (LDPE) types. One appropriate solution is processing it into 3D printing filament, reducing waste and meeting the increasing demand for 3D printer materials. Previous studies have shown that precise printing parameters are crucial in processing filament from recycled plastic.

This research focuses on finding the ideal process parameters, emphasizing layer thickness, extrusion temperature, and printing speed, which are key factors in forming the quality of 3D prints. This study builds upon the design of a previous filament extruder machine using LDPE plastic waste, focusing on finding the optimal printing parameters.

Testing showed that changes in the puller motor speed affect the filament diameter. LDPE produced an average filament diameter of 1.7 mm at 20 RPM. PET testing was unsuccessful due to different machine construction and extrusion methods, using elongated plastic bottle pieces instead of pellets. The optimal printing parameters for LDPE were a nozzle temperature of 210ºC, a layer thickness of 0.16, and a speed of 30 mm/s. The use of HMI Nextion allowed direct monitoring of motor speed, temperature measured by the Max6675 sensor, and actuator control in the experimental system..

Keywords: Plastic waste, 3D printing filament, Low Density Polyethylene (LDPE), 3D printing parameters, Plastic recycling

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah sampah plastik di Indonesia terjadi sebagai hasil dari tingginya penggunaan produk plastik. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 pada tahun 2022, timbulan sampah plastik mencapai 6,55 juta ton per tahun. sampah plastik [1]. Meningkatnya sampah plastik ini akan menjadi masalah serius bila tidak dicari penyelesaiannya. Penanganan sampah plastik yang populer selama ini adalah dengan 3R *(Reuse, Reduce, Recycle*). *Reuse* adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik. *Reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik[2].

Meninjau permasalahan tersebut, dengan banyaknya jumlah sampah jenis *Low Density Polyethylene* maka salah satu cara daur ulang sampah plastik ini adalah dengan *plastic filament extruder* (mengekstrusi plastik menjadi filamen) dengan bahan baku sampah plastik jenis *Low Density Polyethylene*. Salah satu tindakan yang sangat tepat untuk mengatasi masalah sampah plastik adalah mengolahnya menjadi filamen 3D *printing*[3], ini juga sesuai dengan meningkatnya penggunaan mesin 3D *printing*. Dengan mendaur ulang sampah plastik menjadi filamen 3D *printing*, tidak hanya dapat mengurangi limbah plastik, tetapi juga dapat memenuhi kebutuhan filamen 3D printer. Hal yang harus diperhatikan dalam proses cetak 3D *print* adalah keakuratan dimensi cetak, hal ini berpengaruh terhadap kualitas produk, karena semakin akurat dimensi cetak maka semakin berkualitas produk yang dihasilkan[4]. Teknik manufaktur aditif memungkinkan pembuatan berbagai bentuk dan struktur yang kompleks dengan pengelolaan bahan yang efisien, mengurangi limbah, dan memberikan sejumlah keuntungan dibandingkan dengan metode manufaktur konvensional. Hal ini membuatnya semakin diminati[5]. Parameter pencetakan adalah faktor penting yang menentukan kualitas komponen yang diproduksi dengan mesin cetak FDM(*fuse deposition modeling*) [4]. Kesalahan utama yang disebabkan oleh pemilihan parameter cetak yang dapat bervariasi pada pemotongan lapisan, kemudian mempengaruhi tingkat cacat[6].Proses FDM memiliki beberapa parameter proses yang memiliki dampak signifikan pada efisiensi produksi dan karakteristik suhu . Beberapa parameter proses yang paling umum meliputi. *air gap, build*

orientation, extrusion temperature, infill density, infill pattern, layer thickness, number of shells, print speed, raster orientation, raster width, and heat treatment temperature[7]. Parameter yang akurat sangat penting dalam memproses *filament* dari bahan daur ulang plastik bekas, dengan mempertimbangkan kualitas produk hasil cetakan.[8] Dalam pembuatan produk, presisi dimensi menjadi elemen kritis yang memengaruhi kualitas dan bentuk produk[9]. Parameter proses yang memiliki dampak tertinggi secara berurutan adalah Suhu Nozel (235°C), Suhu *bed* (100°C), Kepadatan *Infill* (25%), *layer Infill* (10%), Ketebalan Lapisan (30mm), Kecepatan Cetak (40mm/s), Kecepatan *Infill* (40mm/s), dan *flow rate* (90%).[10] Pada penelitian sebelumnya melakukan penelitian dengan melakukan variasi parameter *printing* menggunakan *filament* HDPE hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa parameter optimum untuk material tersebut adalah kombinasi parameter ke 7 yang memiliki nilai *printing temperature* 260 °C, *layer height* 0,12 mm dan *printing speed* 50 mm/s[11]. Pada penelitian yang berjudul Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3D *Printing* berbahan Plastik PP Daur Ulang dengan Menggunakan Metode Taguchi dapat disimpulkan berdasarkan hasil analisis, bahwa suhu cetak 260 °C, tinggi lapisan 0,16 mm, dan kecepatan cetak 20 mm/s merupakan parameter terbaik untuk jenis *plastic* PP[9].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan rancang bangun *filament extruder machine* dengan memanfaatkan limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) sebagai bahan utamanya. Namun, belum ada parameter cetak ideal untuk penggunaan *filament* tersebut sehingga hasil dari penelitian sebelumnya pada proses pencetakan belum menemukan hasil yang diinginkan. Pada penelitian kali ini parameter proses yang akan digunakan adalah *layer thickness, extrution temperature* dan *printing speed*. Ketiga parameter itu dipilih karena merupakan faktor pembentuk kualitas hasil cetak 3d *printing*[11].

Ideal pencacahannya lebih kesitu

I.2 Rumusan Masalah

Ada beberapa cakupan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana menentukan suhu ekstrusi dan kecepatan motor *puller* dalam pembuatan filamen berbahan LDPE
2. Bagaimana menentukan parameter cetak ideal dengan bahan LDPE?
3. Bagaimana rancangan HMI yang dapat mengendalikan aktuator, mengubah suhu ekstrusi, dan menampilkan data parameter suhu?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang didapatkan maka dibentuk beberapa Batasan masalah sebagai beriku:

1. Plastik yang digunakan yaitu jenis LDPE
2. Plastik yang digunakan harus dicacah sebelum melakukan proses ekstrusi.
3. 3D printer yang digunakan yaitu tipe FDM dengan merek Creality Ender v3.
4. HMI menggunakan Nextion *basic* berukuran 5".
5. Parameter printing yang digunakan yaitu *layer thickness, extrution temperature* dan *printing speed.*
6. Parameter yang diatur pada mesin ekstrusi filamen adalah kecepatan motor penarik dan suhu ekstrusi
7. Alat ini merupakan prototype

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan parameter cetak ideal pada mesin 3D *printing* menggunakan bahan plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE). Lalu menambahkan perangkat antarmuka untuk mengontrol dan memantau mesin. Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu mengurangi limbah sampah plastik khususnya plastik berbahan *Low Density Polyethylene* (LDPE), dan meningkatkan nilai guna sampah.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi pemaparan hasil pengujian yang dilakukan pada beberapa domain dan sistem, dengan memperhatikan tuntutan yang harus dicapai.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya