

Pengaruh Panas Heater Terhadap Mesin Pembuat Ekstruder Filamen 3D Printer

Hamdan Abdillah Muthi¹, Yurika²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

²Dosen Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

Email: abdillahhamdan2000@gmail.com, yurika@poltektedc.ac.id

ABSTRAK

Industri pencetakan 3D berkembang pesat, tetapi biaya bahan filamen masih tinggi. Penggunaan filamen plastik untuk printer 3D adalah metode yang hemat biaya dan ramah lingkungan. Penelitian ini berfokus pada desain ejektor filamen yang dapat mengontrol filamen dan mengevaluasi perubahan suhu filamen. Ejektor dipanaskan pada berbagai suhu, seperti 162°C, 170°C, dan 185°C, untuk meningkatkan kualitas filamen. Analisis menunjukkan bahwa filamen yang lebih tebal dapat mempercepat proses pencetakan, tetapi filamen bisa kehilangan bentuknya, seperti pada kasus *nozzle*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan teknologi filamen plastik dan menawarkan solusi untuk bahan printer 3D dengan biaya yang lebih rendah.

Kata Kunci: Mesin Ekstruder Filamen 3D Printer, Suhu Heater, Kualitas Filamen, Biaya.

ABSTRACT

The 3D printing industry is growing rapidly, but the cost of filament materials is still high. The use of plastic filament for 3D printers is a cost-effective and environmentally friendly method. This study focuses on the design of filament ejectors that can control the filament and evaluate the changes in the filament's temperature. The ejectors are heated at various temperatures, such as 162°C, 170°C, and 185°C, to improve filament quality. The analysis shows that thicker filaments can speed up the printing process, but filaments may lose their shape, like in the case of a nozzle. The study aims to improve plastic filament technology and offer solutions for 3D printer materials with lower costs.

Keywords: Extruder Machine 3D Printer, Heater Temperature, Filament Quality, Cost.

1. PENDAHULUAN

Printer 3D merupakan teknologi manufaktur yang dikendalikan dengan menggunakan komputer yang menggabungkan bubuk atau filamen. Kemudian, memadatkannya tanpa perlu proses pemesinan apapun. Pembuatan filamen membutuhkan mesin ekstruder. Teknologi ini berkembang dengan sangat cepat, dan menurut Forbes printer 3D sekarang menjadi salah satu bidang industri yang bernilai \$7,3 miliar serta diperkirakan bahwa teknologi ini akan terus berkembang. Fungsionalitas printer 3D sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan berbagai macam prototipe, mencakup beragam bentuk dari berbagai sektor, termasuk aksesoris dan bidang medis (McCue, 2018).

Filamen yang diperlukan untuk mengoperasikan printer 3D harganya bisa mencapai Rp 200.000,- per kilogram, tergantung jenis dan kualitasnya. Saat digunakan, printer ini memiliki sejumlah komponen yang dikenal sebagai pendukung atau bagian pendukung, yang merupakan komponen pendukung utama prototipe dan harus dibuang setelah selesai digunakan. Dibutuhkan perangkat untuk

mendaur ulang filamen bekas atau jenis plastik lainnya yang dapat membuat filamen untuk mengurangi biaya produksi. (Wicaksana, n.d).

2. KAJIAN TEORI

2.1 Mesin Ekstruder Filamen 3D Printer

Mesin ekstruder filamen adalah perangkat utama yang digunakan dalam pembuatan filamen plastic yang digunakan oleh 3D printer. Filamen ini biasanya terbuat dari bahan termoplastik seperti *Polylactic Acid (PLA)*, *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)*, *Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG)*, dan lain-lain. Ekstruder filamen berfungsi untuk mencairkan, membentuk, dan menggulung plastik menjadi filamen yang siap digunakan oleh 3D printer (Amenan, 2018).



Gambar 1. Mesin Ekstruder Filamen 3D Printer

2.2 Filamen

Substansi yang digunakan untuk mencetak gambar yang dibuat dengan menggunakan perangkat lunak komputer disebut filamen. 1,75 mm merupakan diameter standar dari filamen. Namun demikian, filamen yang lebih besar dari 3 mm juga digunakan pada sebagian jenis printer 3D (Filament, 2021).



Gambar 2. Filamen 3D Printer

2.3 Motor DC

Motor DC merupakan suatu komponen atau alat yang bisa mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggunakan arus DC (*direct current*) atau arus searah. Dimana motor DC ini digunakan untuk menggerakkan *screw* pada mesin ekstrud filamen 3D printer (Kho, 2017).

2.4 Heater Band

Heater band merupakan perangkat yang digunakan untuk menghasilkan panas guna menaikkan suhu suatu objek, material, atau ruang. Dalam konteks mesin ekstruder dan printer 3D, *heater* berfungsi

untuk mencairkan material seperti plastik, sehingga material tersebut dapat dibentuk atau diolah lebih lanjut (Tutupalli, 2017).



Gambar 3. Heater Band

2.5 Thermocontroller

Thermocontroller merupakan komponen yang mempunyai sistem untuk mengontrol suhu dan berfungsi memberikan umpan balik (*feedback*) dari sensor suhu supaya dapat mengetahui suhu yang terdapat pada *heater band* serta digunakan untuk mengatur suhu pada *heater band* (Omega, n.d).



Gambar 4. Thermocontroller

2.6 Solid State Relay (SSR)

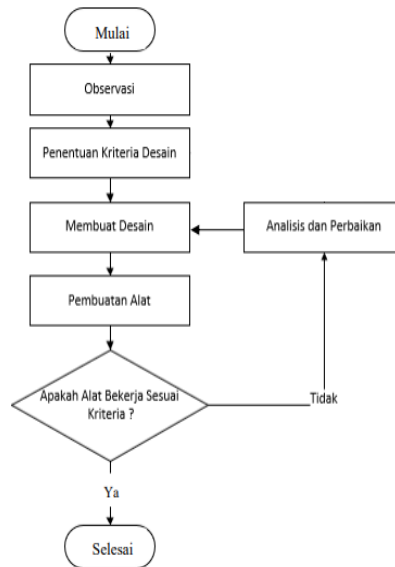
Solid State Relay (SSR) adalah *relay* yang menggunakan komponen semikonduktor seperti transistor atau *thyristor* sebagai pengganti kontak mekanis. SSR tidak memiliki komponen bergerak, sehingga lebih cepat, lebih tahan lama, dan lebih handal dibandingkan relay elektromekanis (Sedra & Smith, 2014).



Gambar 5. Solid State Relay (SSR)

3. METODE PENELITIAN

Dalam merancang alat ini, penulis membuat *flowchart* yang berisi berbagai tahapan dari proses yang akan dilakukan untuk membuat alat ini.



Gambar 6. Flowchart perancangan

Penulis mengumpulkan pengetahuan untuk membantu proses desain alat dengan melakukan penelitian atau mengumpulkan observasi sebelum melaksanakan proses desain. Berikut ini adalah bagaimana penulis membayangkan dan merancang desain setelah menyelidiki kebutuhan dan alat.

1. Produktif

Desain ini harus dapat diproduksi dengan target yang harus dipenuhi. Dengan waktu pemanasan awal maksimum 30 menit, target kapasitas harus dapat menghasilkan filamen dengan diameter 1,75 mm dan kapasitas produksi 100 gram per jam.

2. Murah

Alat ini harus dibuat seminimal mungkin supaya biaya pembuatannya menjadi lebih murah.

3. Kontrol Mudah

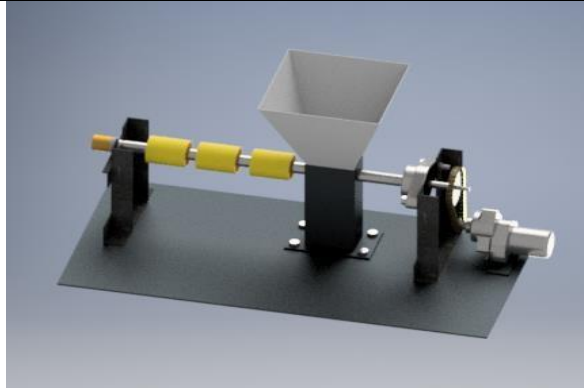
Plastic hadir dalam berbagai bentuk dengan titik leleh yang berbeda. Alat ini yang dapat digunakan dengan berbagai macam plastic, didesain untuk mempermudah proses pembuatan filamen dengan menyediakan kontrol suhu yang sederhana.

4. Perawatan Mudah

Selain kontrol yang mudah, alat ini mempunyai kriteria yang mudah dalam perawatan dan pembongkarannya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis membuat desain alat ini menggunakan *software Autodesk Inventor*. Desain ini menyesuaikan dengan kriteria yang telah dibahas di atas.



Gambar 7. Desain Mesin Ekstruder Filamen 3D Printer

Untuk mengetahui jumlah pemanas yang digunakan pada alat ini, perlu diketahui jumlah daya (*watt*) yang dibutuhkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{m \cdot c(T_2 - T_1)}{860 \cdot t \cdot \mu}$$

$$Q = \frac{2,44 \text{ kg} \cdot 0,199 \frac{\text{kkal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (300 - 27)^\circ\text{C}}{860 \cdot 0,5 \text{ jam} \cdot 0,3} \times \frac{\text{kW jam}}{\text{kkal}}$$

$$Q = 0,614 \text{ kW} \left(\frac{1000 \text{ W}}{\text{kW}} \right)$$


$$Q = 614 \text{ W}$$

Dimana:

- m = massa jenis (kg)
- c = kalor jenis ($\frac{\text{kkal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$)
- T₂ = suhu akhir (°C)
- T₁ = suhu awal (°C)
- t = waktu pemanasan (jam)
- μ = efisiensi pemanasan

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui jumlah pemanas yang dibutuhkan adalah 614 *watt*. Sehingga dibutuhkan dua buah pemanas yang memiliki daya 300 *watt* dari masing – masing pemanas supaya mencapai target yang telah ditentukan.

Tabel 1. Percobaan *Heater* Pada Hasil Pembuatan Filamen

Suhu	Hasil	Penjelasan
≥ 185°C		Tekstur terlalu cair sehingga filamen tidak sempurna

≤ 170°C



Diameter tidak seragam serta memiliki bentuk yang tidak beraturan

162°C



Filamen yang dihasilkan lebih stabil dan mendapati filamen dengan diameter seragam yaitu 1,75 mm.

Percobaan di atas mendapatkan hasil yang terbaik pada pengaturan suhu di 162°C dan menghasilkan filamen dengan diameter 1,72 mm serta mempunyai kecepatan produksi mencapai 820 mm/menit. Jika dikonversikan ke satuan berat (kg) seperti perhitungan berikut:

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 p$$

$$V = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (1,72 \text{ mm})^2 \cdot 820 \text{ mm/menit}$$

$$V = 1905,29 \frac{\text{mm}^3}{\text{menit}} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}$$

$$V = \frac{114317,28 \text{ mm}^3}{\text{jam}}$$

$$m = V \cdot \text{berat jenis HDPE}$$

$$m = \frac{114317,28 \text{ mm}^3}{\text{jam}} \times \frac{0,095 \text{ g}}{\text{mm}^3}$$

$$m = \frac{108,60 \text{ g/jam}}{1000 \text{ g/kg}}$$

$$m = 0,108 \text{ kg/jam}$$

Sehingga didapatkan biaya operasional alat sebagai berikut:

$$\text{biaya} = \frac{\text{Rp } 1276,53 / \text{jam}}{0,108 \text{ kg/jam}}$$

$$\text{biaya} = \text{Rp } 11.819,72 / \text{kg}$$

Dimana:

d = diameter Filamen (mm)

V = volume (mm³/menit)

p = kapasitas produksi (mm/menit)

m = massa (kg)

Untuk mendapatkan hasil ini, pengaturan suhu pada *thermocontroller* harus berada di angka 162°C. Kelebihan dari alat ini yaitu mampu memproduksi filamen mencapai 820 mm/menit atau 108

gram/jam. Lebih baik jika dibandingkan dengan alat yang sudah ada Dimana hanya menghasilkan filamen sekitar 650 mm/menit atau 90 gram/jam.



Gambar 8. Hasil Filamen Pada Suhu 162°C

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari data dan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat ini dapat dibutuhkan suhu sebesar 162°C supaya menghasilkan filamen dengan diameter 1,75 mm.
2. Biaya operasional yang dibutuhkan adalah Rp 1.276,76/jam sehingga untuk membuat 1 kilogram filamen hanya membutuhkan biaya sebesar Rp 11.819,72. Biaya ini tergolong murah dibandingkan dengan produsen lain.
3. Waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu 162°C pada alat ini tergolong sebentar yaitu 20 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Amenan, M. (2018). Extruder. Retrieved from <https://www.academia.edu/35268531/Extruder>
- Kho, D. (2017, July 22). Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya. Retrieved February 5, 2019, from <https://teknikelektronika.com/pengertian-motordc-prinsip-kerja-dc-motor/>
- Machine Design. (2015, August 26). Retrieved February 5, 2019, from <https://www.machinedesign.com/whats-difference-between/what-sdifference-between-bearings-1>
- McCue, T. J. Wohlers Report 2018: 3D Printer Industry Tops \$7 Billion. Retrieved February 19, 2019, from <https://www.forbes.com/sites/tjmccue/2018/06/04/wohlers-report-2018-3d-printer-industry-rises-21-percent-to-over-7-billion/>
- Filament, PM. (2021). *Comparison of FDM Filament*. Retrieved 2021, from <https://www.filament-pm.com/>
- Tutupalli, R. (2017). *Industrial Heating System*. Springer.
- Kho, D. (2017, July 22). Pengertian Motor DC dan Prinsip Kerjanya. Retrieved February 5, 2019, from <https://teknikelektronika.com/pengertian-motordc-prinsip-kerja-dc-motor/>
- Omega Engineering. *Temperature Controller – How They Work*. Retrieved from <https://www.omega.com/>
- Sedra. Smith. (2014). *Microelectroincs Circuits*. Oxford University Press.
- Wicaksana, B. Pengertian Plastik. Retrieved from https://academi.edu/15714311/Pengertian_Plastik