

ANALISA KEBUTUHAN DAYA MOTOR PADA MESIN
*FILAMEN 3D PRINTER*Junizar¹, Muhammad Zuhri¹, Hasdiansah¹, Sugianto^{1*}¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: sugianto.polman@gmail.com

ABSTRAK

Masalah limbah botol plastik di Indonesia, khususnya di Bangka Belitung, menjadi perhatian serius karena rendahnya angka daur ulang. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat ekstrusi untuk mengubah limbah botol plastik jenis PET menjadi filamen 3D printer berdiameter 2,85 mm. Metode penelitian menggunakan VDI 2222 dengan mencakup tahapan pengumpulan data, konseptualisasi, perancangan komponen, pembuatan prototipe, dan pengujian alat. Sistem menggunakan motor stepper sebagai penggerak screw, heater band sebagai pemanas, serta sistem pendingin sederhana. Hasil pengujian menunjukkan alat mampu menghasilkan filamen dengan toleransi $\pm 0,05$ mm dan kapasitas produksi hingga 1 kg per jam. Inovasi ini diharapkan menjadi solusi tepat guna untuk mengatasi limbah plastik dan mendukung industri kreatif berbasis teknologi cetak 3D Printer.

Kata Kunci: 3D Printer, filamen, limbah botol plastik, VDI 2222.

ABSTRACT

The issue of plastic bottle waste in Indonesia, particularly in the Bangka Belitung region, has become a serious environmental concern due to the low recycling rate. This study aims to design and develop an extrusion device to convert PET plastic bottle waste into 3D printer filament with a diameter of 2.85 mm. The design method follows the VDI 2222 standard, encompassing data collection, conceptualization, component design, prototype development, and testing stages. The system utilizes a stepper motor to drive the screw, a heater band for the heating process, and a simple cooling mechanism. Test results indicate that the device can produce filament with a dimensional tolerance of ± 0.05 mm and a production capacity of up to 1 kg per hour. This innovation is expected to serve as an appropriate solution for managing plastic waste and to support the creative industry based on 3D printing technology.

Keywords: 3D printer, filament, plastic bottle waste, VDI 2222

1. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi plastik sekali pakai telah menyebabkan peningkatan volume limbah plastik, termasuk botol berbahan PET (*Polyethylene Terephthalate*). Menurut (Pristiandaru, 2025), Indonesia menghasilkan lebih dari 3 juta ton limbah plastik per tahun. Di Bangka Belitung, minimnya fasilitas daur ulang menjadikan limbah ini mencemari lingkungan (Riskiana et al., 2020). Salah satu solusi potensial adalah konversi limbah PET menjadi produk bernilai, seperti filamen 3D printer.

Penelitian oleh (Kevin et al., 2023) ini menggunakan metode Taguchi untuk mengembangkan mesin ekstrusi filamen 3D printer berbasis sistem kendali semi otomatis. Pengujian dilakukan dengan variasi suhu (120°C, 125°C, 130°C) dan kecepatan penggulung (2, 4,5, dan 6 rpm). Hasilnya, kombinasi suhu 120°C dan kecepatan 2 rpm menghasilkan diameter filamen paling optimal (1,75 mm), sedangkan kekuatan tarik terbaik tercapai pada suhu 125°C dan 6 rpm. Sebagai refrensi rancangan mesin dari penelitian sebelumnya bisa dilihat pada Gambar 1.

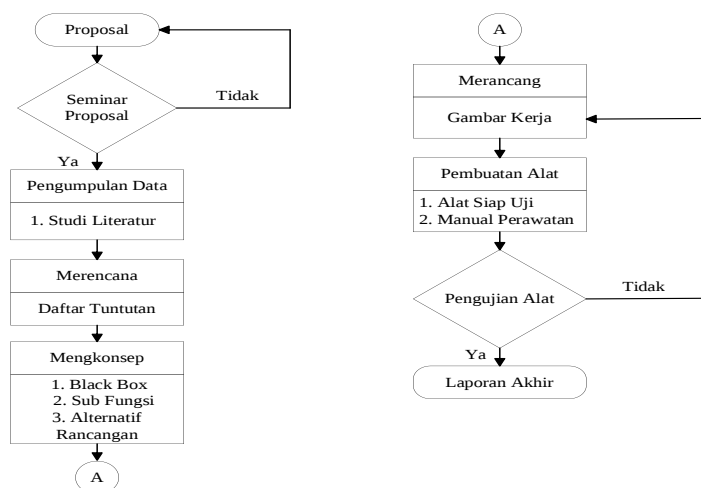


Gambar 1. Refrensi Mesin Ektrusi

Penelitian ini bertujuan merancang alat ekstrusi sederhana namun fungsional untuk memproduksi filamen 3D printer dari limbah botol PET. Hasil alat ini diharapkan mampu mendukung edukasi, industri kreatif, serta pengurangan volume sampah plastik.

2. METODE

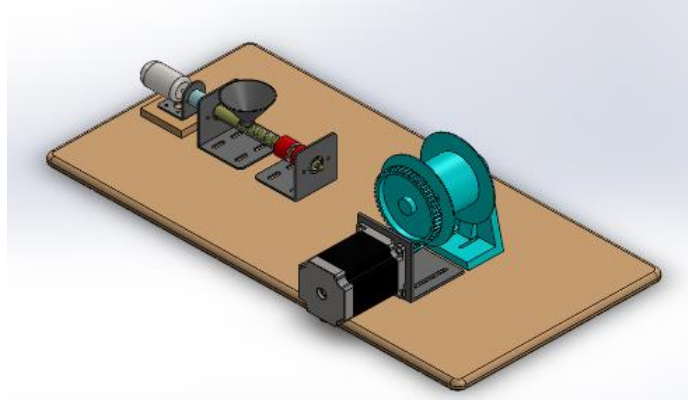
Metode pelaksanaan merupakan susunan kegiatan yang dirancang secara sistematis dalam bentuk langkah-langkah untuk menyelesaikan proses rancang bangun mesin ekstrusi limbah botol plastik menjadi 3D printer. Tujuan penyusunan ini adalah untuk memastikan setiap langkah berjalan secara terstruktur dan terpantau dengan baik, sehingga hasil yang diinginkan dapat dicapai secara optimal. Rangkaian tahapan dalam perancangan mesin tersebut divisualisasikan dalam diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan mesin ekstrusi limbah botol plastik menjadi filamen ini mengacu pada metode VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) 2222 agar proses perancangannya lebih terarah dan sistematis (Bunganaen et al., 2022). Desain mesin dibuat menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*. Proses perancangan mencakup beberapa tahapan yaitu menganalisa, mengkonsep, merancang dan menyelesaikan. Gambar 3 memperlihatkan hasil optimalisasi dari rancangan tersebut.



Gambar 3. Rancangan mesin ekstrusi filament

Setelah rancangan dioptimalisasi, dilakukan perhitungan daya motor penggerak screw. Tujuannya adalah agar bisa mengetahui berapa besar daya yang diperlukan motor untuk menggerakkan screw.

3.1 Perhitungan Daya motor

Pada perancangan sistem ekstrusi filamen, digunakan screw dengan diameter 50 mm (0,05 m) dan panjang 400 mm (0,4 m). Screw ini dirancang berputar dengan kecepatan 60 rpm untuk mendorong material plastik jenis PET, yang diproses pada tekanan ekstrusi sekitar 5 MPa. Efisiensi sistem mekanik diperkirakan sebesar 70% ($\eta = 0,7$), menyesuaikan dengan kondisi operasional standar. Pitch screw yang digunakan adalah 10 mm (0,010 m), yang merupakan ukuran umum pada sistem ekstrusi sekelas ini. Data ini menjadi dasar dalam perhitungan kebutuhan daya motor dan dimensi komponen ekstrusi secara keseluruhan.

3.1.1 Hitung Kecepatan Sudut (ω)

- $\omega = \frac{2\pi.n}{60}$
- $\omega = \frac{2\pi.60}{60} = 6,28 \text{ rad/s}$

3.1.2 Hitung Luas Penampang (A)

- $A = \frac{\pi.D^2}{4}$
- $A = \frac{\pi.0,05^2}{4} = 1,96 \times 10^{-5} m^2$

3.1.4 Estimasi Gaya Dorong (F)

- $F = P.A$
- $F = 5 \times 1,96 \times 10^{-5} m^2 = 9800N$

3.1.5 Hitung Torsi (T)

Menghitung torsi bisa menggunakan rumus berikut (Sularso & Suga, 2008):

- $T = \frac{F.P}{2\pi}$
- $T = \frac{9800 \times 0,05}{2\pi} = 78 Nm$

3.1.6 Tambahan berat screw

Material screw = ST 37, massa jenisnya $\rho = 7850 \frac{kg}{m^3}$

— Volume batang silinder:

- $V = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot L = 7,85 \times 10^{-4} m^3$

— Massa screw:

- $m = \rho \cdot V = 7850 \cdot 7,85 \times 10^{-4} = 6,16 kg$

Gaya berat screw:

$$W = m \cdot g = 6,16 \times 9,81 = 60 N$$

3.1.7 Hitung Daya Motor

- $P = \frac{T \cdot \omega}{\eta} = 700 watt$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka dipilih motor standar yang tersedia di pasaran dengan daya 0.5 HP untuk penggerak screw.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang sebuah alat ekstrusi sederhana yang berfungsi untuk mengubah limbah botol plastik jenis PET menjadi filamen 3D printer. Proses perancangan dilakukan secara sistematis menggunakan pendekatan metode VDI 2222, mulai dari analisis kebutuhan hingga tahap penyelesaian desain. Berdasarkan hasil perhitungan teknis, sistem ekstrusi menggunakan screw berdiameter 50 mm dengan panjang 400 mm dan pitch 10 mm, yang beroperasi pada tekanan ekstrusi sekitar 5 MPa dan kecepatan putar 60 rpm. Perhitungan daya motor menghasilkan kebutuhan daya sebesar 700 watt, sehingga dipilih motor dengan daya 0,5 HP sebagai penggerak screw. Hasil rancangan ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif pengolahan limbah plastik serta mendukung kegiatan edukasi dan industri kreatif di wilayah yang minim fasilitas daur ulang seperti Bangka Belitung.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan laporan ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada Bapak Sugianto, S.T., M.T., yang telah banyak memberikan pengarahan, bimbingan, serta motivasi selama proses penulisan laporan ini berlangsung. Penulis juga berterima kasih kepada Bapak Hasdiansah, S.S.T., M.Eng., yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan teknis selama proses penelitian ini. Tak lupa, kepada teman teman seperjuangan yang membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, A. D., Wahyudi, J., Ernawati, A., & Aini, S. Q. (2020). Kajian Pendirian Usaha Biji Plastik di Kabupaten Pati, Jawa Tengah. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 16(2), 95–112. <https://doi.org/10.33658/jl.v16i2.204>
- Bunganaen, W., Toai, Y., & Mangesa, D. P. (2022). Rancang Bangun Mesin Pemipil Jagung Dengan Metode VDI 2222. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 9(02), 53–59. <https://doi.org/10.35508/ljtmu.v9i02.9322>
- Kevin, Fatwa, M. Z., & Jufri, W. (2023). Pengembangan Mesin Ektrusi Filamen 3D Printer dengan Sistem kendali Otomatis. *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makasar*.
- Pristiandaru, D. L. (2025). *Studi: Indonesia Penghasil Polusi Plastik Terbesar Ketiga di Dunia*. Kompas. <https://lestari.kompas.com/read/2025/02/12/170000086/studi-indonesia-penghasil-polusi-plastik-terbesar-ketiga-di-dunia>
- Riskiana, R., Effendi, H., & Wardiatno, Y. (2020). Abundance and composition of plastic waste in Baturusa watershed of Bangka Belitung Islands Province. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 10(4), 650–659. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.4.650-659>
- Sonya, R., Haerdy, M., & Nurzannah, F. (2023). *Potensi dan Kendala Penerapan Teknologi 3D printing dalam Penyediaan Hunian Layak dan Terjangkau di Indonesia*. XI(3), 15–22.
- Sularso, I., & Suga, K. (2008). Dasar Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 200.