



PENERAPAN MESIN EKSTRUSI FILAMEN 3D *PRINTER* BERBASIS MATERIAL PLA PADA LINGKUP MASYARAKAT

FATHURRAHMAN SULAIMAN, HASAN BASRI,
AHMAD WISNU SULAIMAN, M.A. ADE SAPUTRA, AKBAR TEGUH PRAKOSO

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM
32, Ogan Ilir, Sumatra Selatan.

*Corresponding author: hasan_basri@unsri.ac.id

(Received: 02 Februari 2023; Accepted: 16 Maret 2023; Published on-line: 01 Juni 2023)

ABSTRAK: Kegiatan pengabdian ini diawali dengan mendefinisikan masalah yang ingin diselesaikan yaitu diperlukannya solusi untuk mengurangi limbah plastik. Berdasarkan definisi masalah tersebut dihasilkanlah solusi membuat mesin ekstrusi filamen yang mampu menghasilkan filamen PLA agar dapat menggantikan plastik konvensional dengan PLA yang lebih ramah lingkungan. PLA mempunyai sifat *biodegradable* yaitu dapat terurai secara alami, hal ini membuat PLA ideal untuk menggantikan plastik konvensional karena tidak merusak lingkungan. Mesin ekstrusi filamen ini memiliki spesifikasi berikut : Berdimensi 80 x 50 x 120 cm, mempunyai daya penggerak motor 0.75 kW, menggunakan sistem elektrik untuk mengatur kecepatan putaran motor dan temperatur elemen pemanas, dan sistem transmisi menggunakan poros dan kopling. Pada kegiatan pengabdian ini akan memperkenalkan teknologi mesin ekstrusi serta memberikan alternatif untuk menggantikan plastik konvensional yang nantinya akan memberikan peluang bagi masyarakat yang bergerak pada industri kreatif. Setelah kegiatan ini diharapkan bagi masyarakat, khususnya teknisi laboratorium konversi energi dapat mengoperasikan mesin ekstrusi untuk memproduksi filament PLA.

KATA KUNCI: Mesin Ekstruder, Limbah, Filamen PLA.

1. PENDAHULUAN

Teknologi manufaktur yang terus berkembang hingga tahun 2022 ini, banyak membuka jendela-jendela baru dalam mengatasi berbagai permasalahan yang sebelumnya sulit untuk dihadapi, khususnya dengan berkembang pesatnya teknologi cetak 3D yang menggunakan metode Fused Deposition Modeling (FDM).

Dalam proses cetak 3D yang menggunakan Fused Deposition Modeling (FDM) objek dimanufaktur dengan cara mencairkan material *thermoplastic* lalu mendorongnya melalui sebuah nosel kemudian material yang sudah cair tersebut ditumpuk menjadi lapisan-lapisan. Jalur lintasan dari nosel dihasilkan berdasarkan potongan-potongan tipis dari objek yang dihasilkan dengan memotong model tiga dimensi dari objek menggunakan aplikasi tertentu. Sebuah lapisan biasanya dibangun dengan terlebih dahulu dengan membangun bagian pinggir dari lapisan tersebut lalu mengisi bagian yang kosong dengan menggunakan berbagai pola yang memiliki kelebihan masing-masing[1].

Penggunaan plastik berkontribusi secara langsung terhadap beban daur ulang serta sampah plastik yang terbuang ke lingkungan. Polusi plastik terdistribusi ke lingkungan dikarenakan durabilitas dan keterampilan material itu sendiri.. Lebih jauh plastik yang



tercemar ke sungai dan laut dapat menyerap zat phenanthrene yang bersifat berbahaya jika masuk ke tubuh [2].

Polusi mikroplastik yang tersebar ke laut diperkirakan minimum sekitar 5.2 triliun partikel dengan berat 268.940 ton [3]. Pengurangan penggunaan plastik secara umum dapat menekan polusi plastik yang ada di lingkungan. Filamen cetak 3D yang berbasis material yang dapat terurai lingkungan dapat berkontribusi langsung terhadap pengurangan produksi plastik.

Plastik *biodegradable* telah menarik banyak saintis untuk mengaplikasikan dan mengembangkan produk yang lebih cepat terurai di lingkungan, namun demikian potensi keracunan biota laut akibat mikroplastik dari PLA tetap menjadi resiko, studi tentang interaksi PLA terhadap lingkungan dieksperimenkan oleh qin et al menunjukkan PLA lebih stabil dan tidak mudah terkonversi menjadi nano plastik di kondisi air laut[4].

Mesin cetak 3D dapat diaplikasikan untuk berbagai macam bidang, beberapa contohnya seperti pembuatan bilah turbin, perancangan perhiasan, pembuatan cetakan, konstruksi bangunan, dan rekayasa jaringan [5]. Salah satu bentuk dapat dihasilkan dengan memanfaatkan mesin cetak 3D adalah dengan membentuk berbagai alat yang biasanya terbuat dari plastik yang berasal dari bahan bakar fosil maupun plastik sintetis. Dengan menggunakan PLA sebagai pengganti plastik konvensional, dampak buruk terhadap lingkungan dapat dikurangi [6].

Jenis material yang dapat digunakan untuk proses cetak 3D dengan metode FDM memiliki keterbatasan karena material yang digunakan harus memenuhi sifat sifat tertentu seperti thermoplasticity, viscoelasticity, serta kemampuan untuk dibentuk menjadi filamen polimer [7].

1.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Kelebihan plastik yang memiliki sifat ringan, kuat, kedap air, dan merupakan isolator listrik yang baik menyebabkan penggunaan plastik semakin banyak dan akan berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan jika tidak dikelola dengan baik.

Maka diperlukan solusi untuk mengurangi limbah tersebut baik dengan cara mengurangi penggunaan plastic konvensional, mendaur ulang limbah tersebut, ataupun menggantikan plastik konvensional dengan bahan yang lebih ramah lingkungan.

Solusi yang dipilih pada kegiatan ini adalah dengan menggantikan plastik konvensional dengan plastik PLA. Untuk mempermudah akses dan ketersediaan PLA dalam bentuk yang mudah digunakan (filamen), dibuatlah mesin ekstruder filamen PLA.

1.2. Tujuan dan Manfaat Kegiatan

Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah memberikan pengenalan dan peragaan tentang cara menggunakan mesin ekstrusi untuk memproduksi filamen PLA kepada para teknisi laboratorium konversi teknik mesin Universitas Sriwijaya sehingga mereka mampu mengoperasikan mesin tersebut.

Kegiatan ini memberikan manfaat yaitu membantu masyarakat dalam mengurangi limbah plastik konvensional dengan cara menggantikannya dengan plastik PLA yang ramah lingkungan. Dalam jangka panjang, diharapkan hasil kegiatan ini adalah terbentuknya usaha mikro bisnis jasa 3D *printing* untuk keperluan penelitian mahasiswa maupun perangkat-perangkat yang dapat digunakan sehari-hari.



2. MATERI DAN METODE PELAKSANAAN

2.1. Khalayak Sasaran

Target yang difokuskan pada kegiatan ini adalah para teknisi laboratorium konversi energi Universitas Sriwijaya agar dapat mengoperasikan mesin ekstrusi untuk memproduksi filament dari mesin ekstrusi yang dapat menghasilkan filament PLA agar dapat menggantikan plastik konvensional sehingga mengurangi limbah plastik yang ada disekitar kampus Universitas Sriwijaya.

2.2. Keterlibatan Masyarakat

Pengabdian ini melibatkan mahasiswa sebagai pendukung untuk kegiatan sebelum maupun pada saat berlangsungnya kegiatan pengabdian pada masyarakat. Mahasiswa yang terlibat berjumlah 7 orang dan membantu proses pembuatan mesin ekstrusi yang akan digunakan, serta membantu menjelaskan metode pengoperasian alat.

2.3. Kerangka Pemecahan Masalah

Penyelesaian masalah dilakukan dengan pengenalan mesin ekstrusi filamen PLA untuk meningkatkan ketersediaan filamen PLA sehingga dapat menggantikan alat-alat yang biasanya menggunakan plastik konvensional dengan PLA. Salah satu contoh pemanfaatannya adalah untuk reka bentuk model menggunakan material PLA. Pengembangan model penelitian dapat menggunakan material PLA sebelum menggunakan material pilihan yang sebenarnya. Diharapkan dengan pengenalan PLA sebagai material yang digunakan untuk uji coba model dapat mengurangi beban daur ulang limbah plastik di lingkungan kampus unsri.

2.4. Metode Pelaksanaan

2.4.1. Pengenalan Bagian Alat

Alat ekstruder ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

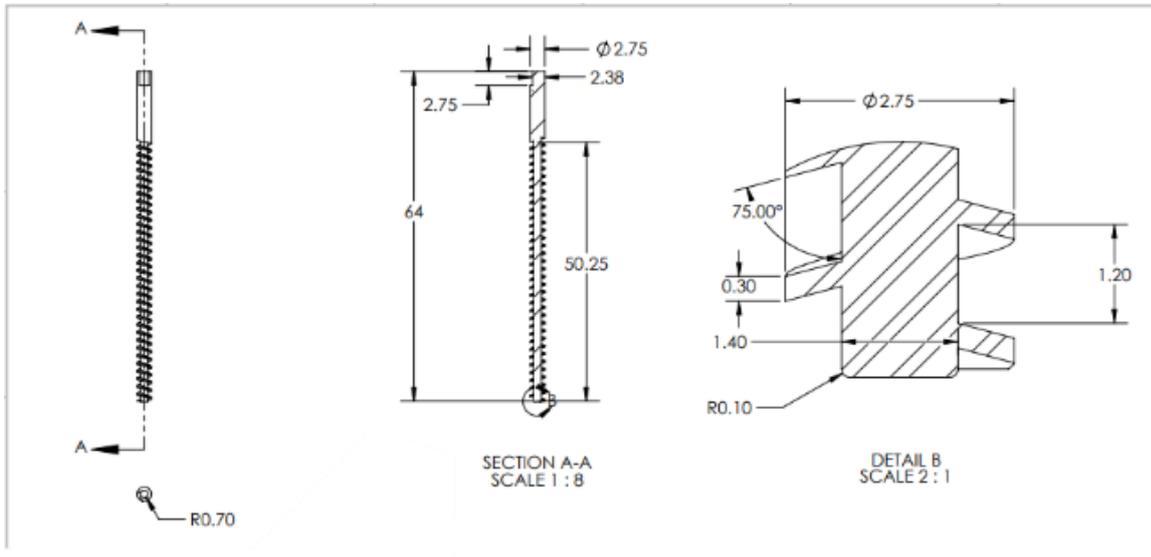
Ukuran Screw ;

1. Diameter screw = 2.75 cm
2. Sudut Kemiringan = 15°
3. Jarak pitch = 1.5 cm
4. Panjang screw = 50 cm
5. Bearing poros screw ukuran D 2.75 cm

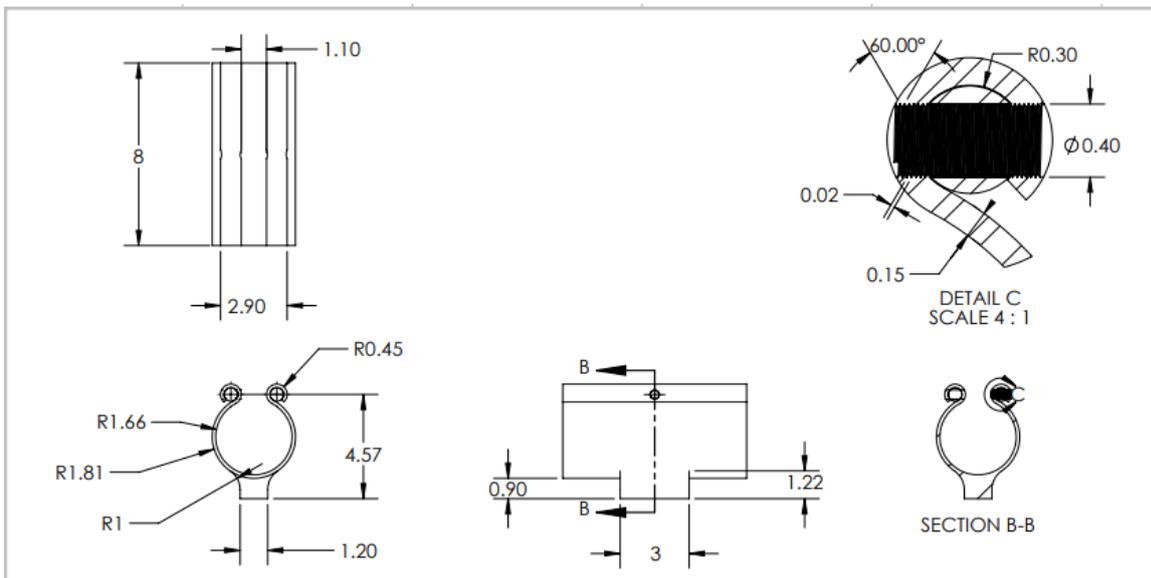
Spesifikasi motor :

1. Jenis motor : AC Motor
2. Daya : 0.75 kW (1,0 HP)
3. Putaran Mesin : 1390 RPM
4. Ampere : 3,5 A

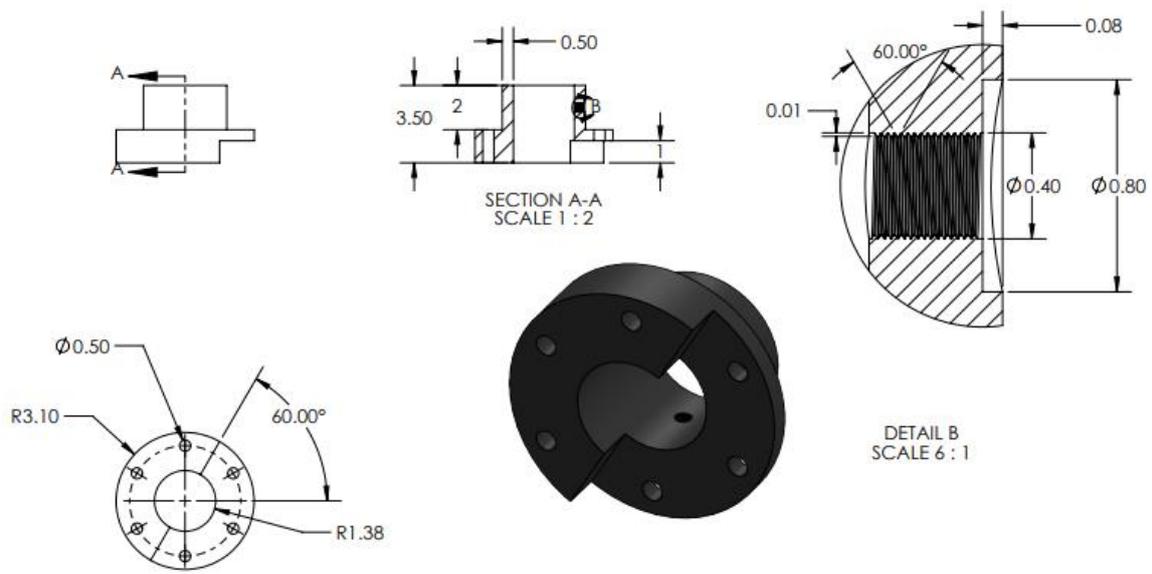
Gambar detail komponen elemen mesin berdasarkan software CAD



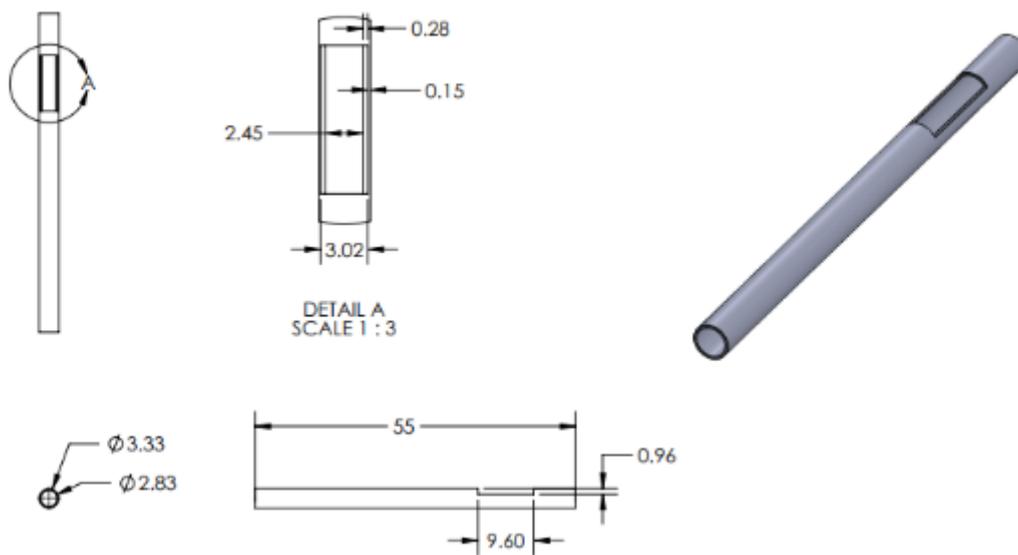
6 a



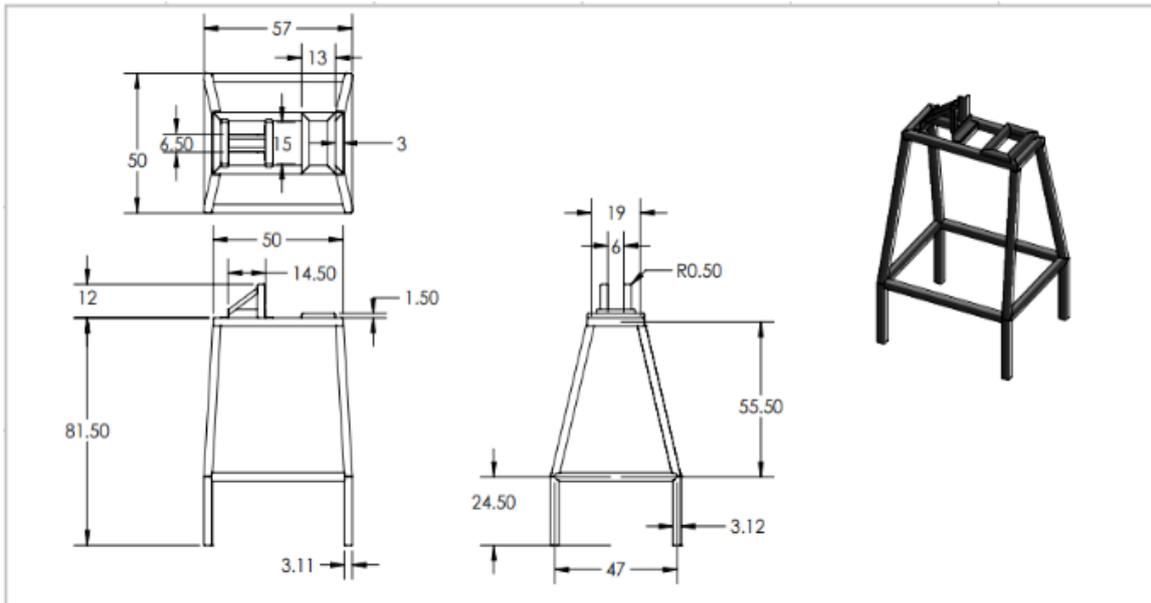
6 b



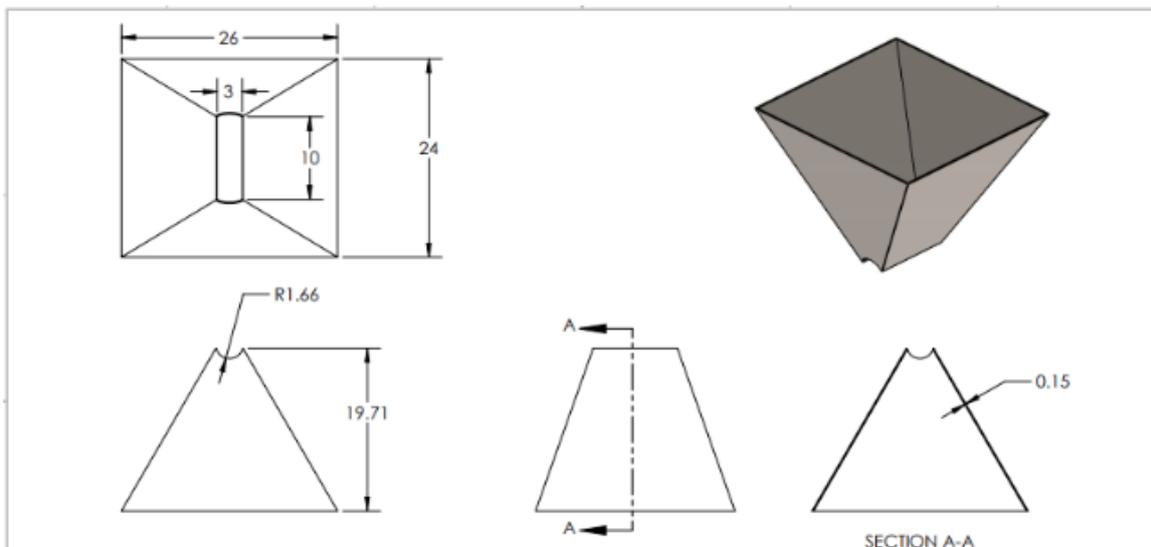
6c



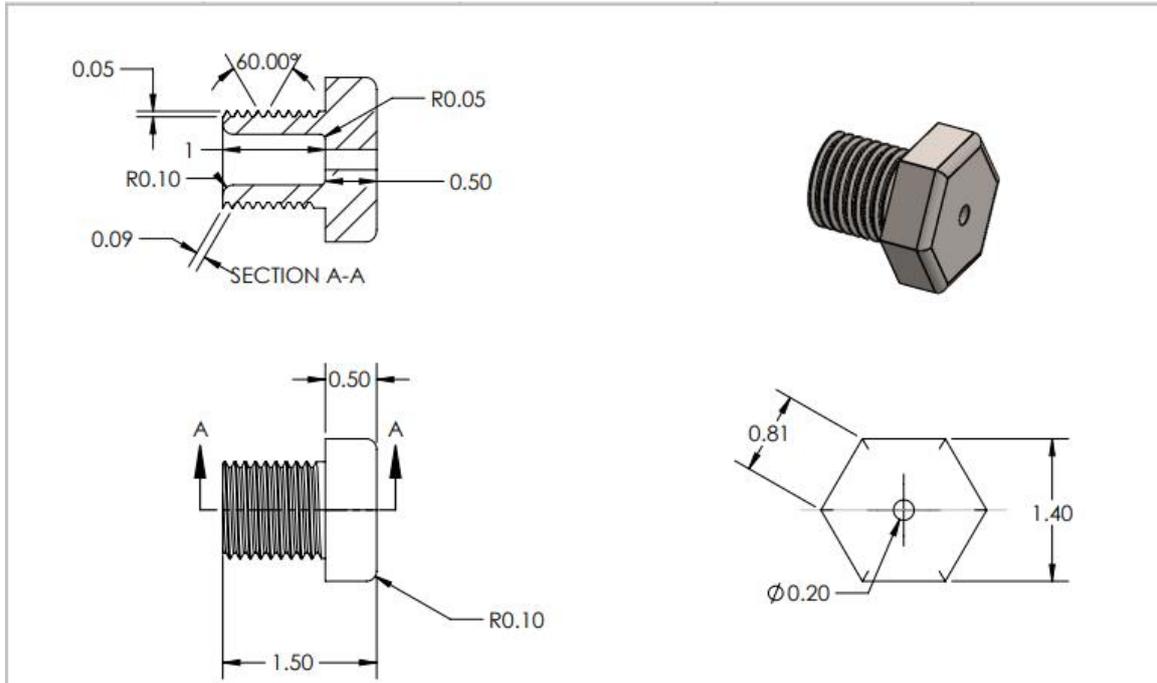
6d



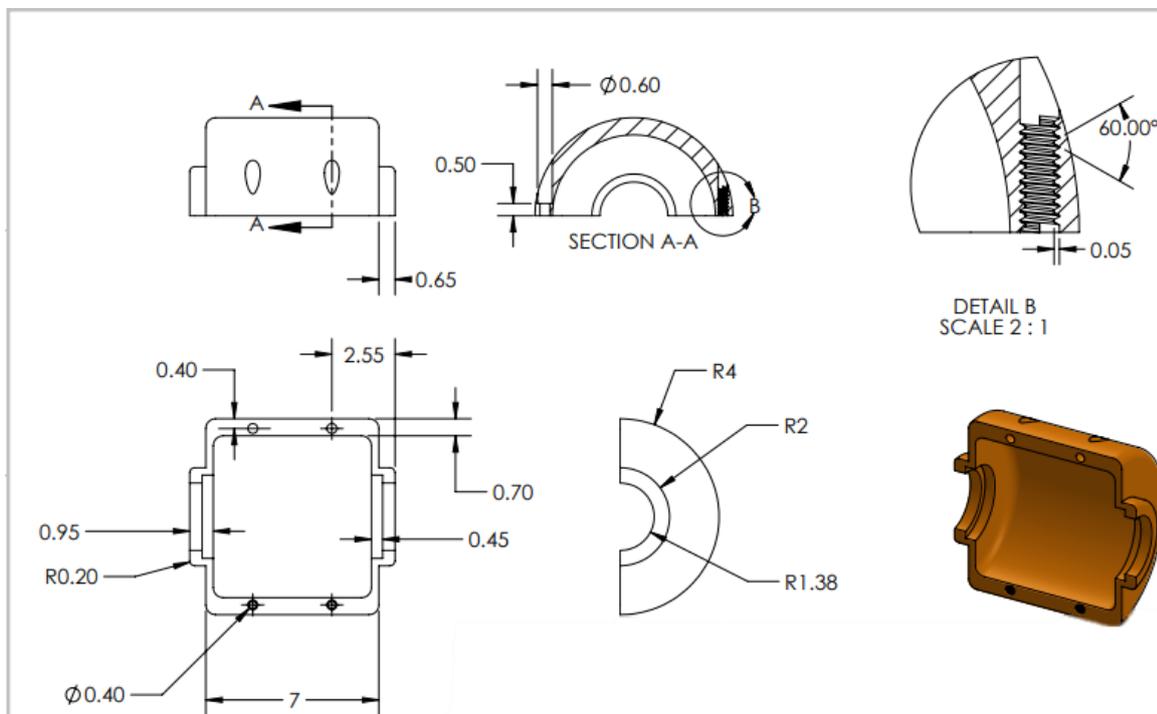
6e .



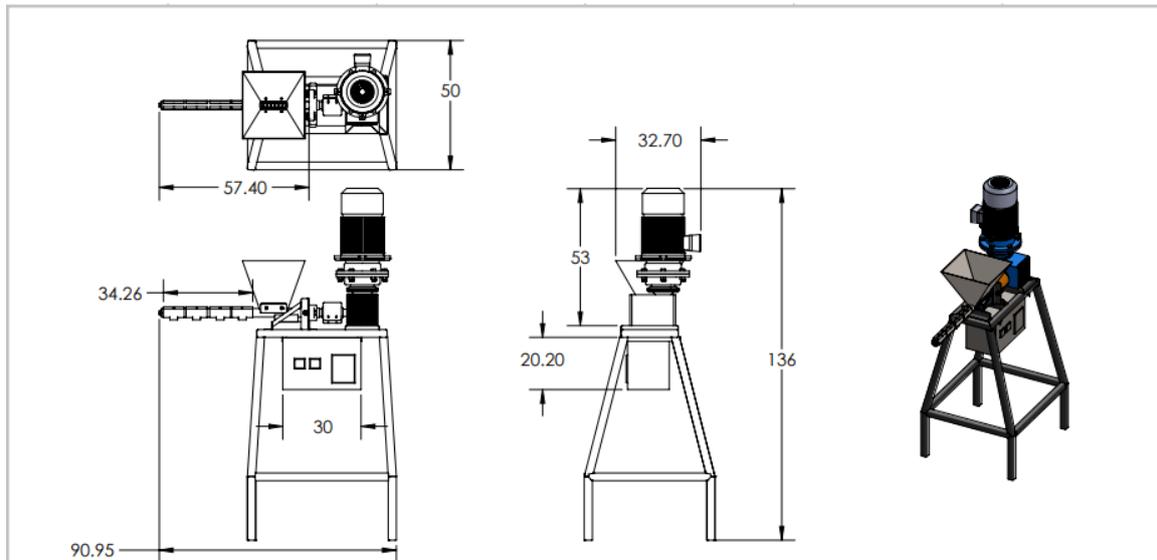
6f.



6 g .



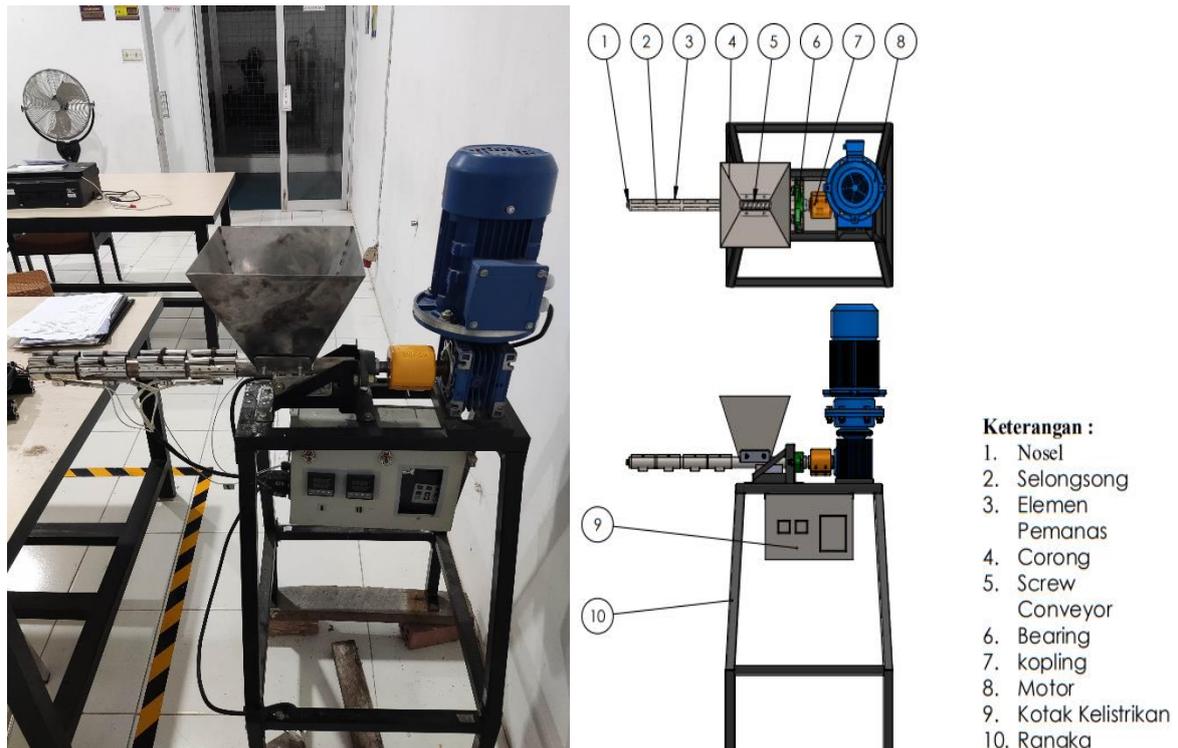
6 h .



6 i .

Gambar 1 Gambar Teknis Mesin Ekstruder Filament PLA (6a..Screw, 6b. heater, 6c. kopling tetap, 6d. silinder screw, 6e. rangka, 6f.feeder, 6g. nozel, 6h. cover kopling, 6i. gambar assembly).

2.4.2. Pelatihan Proses Penggunaan Alat



Gambar 2. Diagram Komponen Mesin Ekstrusi filamen PLA

Gambar 2 menunjukkan komponen mesin ekstrusi, yang dikategorikan dengan tiga komponen besar yaitu komponen statis, komponen kelistrikan dan komponen dinamis. komponen statis adalah komponen yang tidak bergerak pada saat operasi mesin diantaranya rangka, nosel, selongsong, corong. Komponen bergerak yaitu komponen kopling, screw, poros motor. komponen kelistrikan yang terdapat pada mesin berupa kontak kelistrikan, elemen pemanas, dan modul pengatur pemanas.

Cara kerja mesin ekstrusi ini terdapat beberapa tahapan yaitu:

1. Mesin dihidupkan.
2. Temperatur diatur sesuai material PLA.
3. Butiran material PLA dimasukkan ke corong.
4. Butiran PLA kemudian terdorong oleh putaran skrew menuju selongsong.
5. Butiran PLA mencair seiring tertekan dan terdorongnya butiran disepanjang skrew akibat gaya dorong dan kalor yang diterima dari elemen pemanas.
6. PLA yang telah mencapai ujung selongsong terdorong melalui nosel dengan ukuran tertentu.
7. PLA yang keluar dari nosel berupa filamen digulung untuk disimpan.

2.4.3. Metode Evaluasi

Setelah penjelasan dan demonstrasi cara pengoprasian mesin ekstrusi, dilakukan evaluasi untuk menilai tingkat pemahaman teknisi laboratorium dalam mengoperasikan mesin ekstrusi.



Gambar 3. Proses penimbangan potongan PLA.



Gambar 4. Proses pengisian PLA ke corong mesin ekstrusi.



Gambar 5. Filamen yang dihasilkan.

3. KESIMPULAN

1. Sistem transmisi mesin ini menggunakan motor DC dengan daya 0,75 kW yang ditransmisikan menggunakan poros dan kopling tetap. Dimensi keseluruhan dari mesin ini adalah 80 x 50 x 120 cm, untuk dimensi yang detail dapat dilihat pada lampiran.
2. Mesin ekstrusi yang dirakit telah disosialisasikan kepada teknisi laboratorium konversi energi dan dapat mengoperasikan mesin ekstrusi tersebut guna menghasilkan filament PLA guna mengurangi limbah plastik konvensional yang ada dilingkungan kampus Universitas Sriwijaya.
3. Mesin ekstrusi PLA dapat menjadi jembatan untuk menggantikan plastik konvensional dengan PLA yang lebih ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah SWT, Jurusan Teknik Mesin, para Dosen, teknisi laboratorium, kakak tingkat dan saudara-saudari yang selalu membantu dan mendoakan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] I. Antoniac, D. Popescu, A. Zapciu, A. Antoniac, F. Miculescu, and H. Moldovan, "Magnesium filled polylactic acid (PLA) material for filament based 3D printing," *Materials (Basel)*, vol. 12, no. 5, pp. 1–13, 2019, doi: 10.3390/ma12050719.
- [2] E. L. Teuten, S. J. Rowland, T. S. Galloway, and R. C. Thompson, "Potential for Plastics to Transport Hydrophobic Contaminants," *Environ. Sci. & Technol.*, vol. 41, no. 22, pp. 7759–7764, 2007, doi: 10.1021/es071737s.



- [3] M. Eriksen *et al.*, “Plastic Pollution in the World’s Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea,” *PLoS One*, vol. 9, no. 12, pp. 1–15, 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0111913.
- [4] Q. Qin *et al.*, “Degradation and adsorption behavior of biodegradable plastic PLA under conventional weathering conditions,” *Sci. Total Environ.*, vol. 842, no. June, p. 156775, 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.156775.
- [5] A. Haleem, M. Javaid, R. H. Khan, and R. Suman, “3D printing applications in bone tissue engineering,” *J. Clin. Orthop. Trauma*, vol. 11, no. xxxx, pp. S118–S124, 2020, doi: 10.1016/j.jcot.2019.12.002.
- [6] Z. Meng *et al.*, “Design and additive manufacturing of flexible polycaprolactone scaffolds with highly-tunable mechanical properties for soft tissue engineering,” *Mater. Des.*, vol. 189, p. 108508, 2020, doi: 10.1016/j.matdes.2020.108508.
- [7] A. P. Moreno Madrid, S. M. Vrech, M. A. Sanchez, and A. P. Rodriguez, “Advances in additive manufacturing for bone tissue engineering scaffolds,” *Mater. Sci. Eng. C*, vol. 100, no. March, pp. 631–644, 2019, doi: 10.1016/j.msec.2019.03.037.