

PERANCANGAN ULANG MESIN FILAMEN EKSTRUDER PADA PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK BERBASIS SEMI OTOMATIS

Abil Syafiqur Rohman¹, Faisal Ashari², Rizky Stighfarrinata³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri – Universitas Bojonegoro
Email: ¹abilsyafiqurr@gmail.com, ²faisal_gaxes@yahoo.com,
³stighfarrinarizky@gmail.com

ABSTRAK

3D printer merupakan teknologi revolusioner yang banyak membantu dalam berbagai perindustrian. Seiring berjalannya waktu perkembangan. Perancangan ulang atau redesign adalah proses memodifikasi produk, sistem, atau proses yang sudah ada untuk meningkatkan kinerja, efisiensi, fungsionalitas, dan nilai. Perancangan ulang sering kali dilakukan untuk mengatasi kelemahan atau masalah yang ditemukan dalam produk atau sistem yang sudah ada atau untuk meningkatkan daya saing dan inovasi. Dari hasil perancangan mesin ekstruder filamen semi otomatis terdapat 5 tahapan perancangan, yaitu : Hasil penilaian validasi desain mesin ekstruder yang diperoleh adalah 90 %, telah memenuhi aspek yang dibutuhkan dan dapat dilanjutkan pada proses perancangan. Desain yang dibuat sudah melalui pengujian dan memiliki dimensi panjang meja 50 cm dan lebar 25 cm. Berdasarkan aspek penilaian jumlah keseluruhan dari setiap aspek nilai yang terbanyak, alternatif yang dipilih adalah kayu jati dengan mendapatkan nilai skor tertinggi yaitu 15. 8 Komponen yang dibuat yaitu, pembuatan meja, *spool* filament, housing thermometer dan *switch power supply*, housing regulator dan *switch*, *dc mount*, modifikasi *nozzle*, kaki meja dan pisau pemotong. Proses *assembly* dilakukan dengan manual meliputi pemasangan kaki meja, pisau pemotong, bantalan heater dan *nozzle*, pemasangan thermostat, housing dan mounting dan pemasangan komponen elektrik lainnya.

Kata Kunci : *3D Printer, Perancangan dan ekstruder*

PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan salah satu jenis masalah dan ancaman serius bagi lingkungan meskipun jumlahnya terus meningkat, sampah plastik termasuk sampah yang sulit terurai oleh siklus normal (*non-biodegradable*). Sesuai data Bank Indonesia Plastics yang dikutip dari CNN Indonesia, terungkap bahwa Indonesia menghasilkan 7,8 juta ton sampah plastik setiap tahunnya, ada 4,9 juta ton sampah plastik yang tidak tertangani dengan baik setiap tahun sehingga berakhir di TPS atau TPA yang juga memiliki administrasi yang dapat diabaikan. Praktis berbagai plastik dapat digunakan kembali. Purwaningrum (2016) mengungkapkan ada beberapa jenis plastik di dunia modern yang dapat digunakan kembali, khususnya PVC (*polyvinyl chloride*). Biasanya bahan ini

digunakan untuk pembangunan garis dan bangunan. Jenis plastik ini sulit untuk digunakan kembali. PP (*polypropylene*) adalah jenis plastik yang tahan terhadap senyawa sintetik kecuali klorin, bahan bakar dan xilena dan memiliki sifat perlindungan listrik yang baik serta perlindungan dari air dan uap suhu tinggi, sehingga banyak digunakan pada suku cadang mobil, permadani, tempat makan dan lain-lain. PS (*polystyrene*) adalah salah satu jenis plastik yang memiliki sifat lentur dan kehandalan berlapis yang tinggi, umumnya digunakan untuk mainan, peralatan medis, bundling, dll. LDPE (*low thickness polyethylene*) adalah jenis plastik yang sering digunakan untuk karung dan kendi. HDPE (*high-thick polyethylene*) umumnya digunakan untuk botol pembersih, wadah minuman dan lain-lain, jenis plastik ini tidak tahan erosi dan lebih kuat. PET (*polyethylene therephtalathe*) adalah sejenis plastik yang biasanya digunakan untuk membuat tempat minuman seperti pop, air mineral dan lain-lain. Jenis sampah plastik ini dapat dimanfaatkan kembali menjadi berbagai hal, seperti serat untuk pakaian, tikar, geotekstil, bahan penting untuk kemasan dan salah satunya dapat digunakan kembali menjadi serat printer 3D. 3D printer merupakan teknologi revolusioner yang banyak membantu dalam berbagai perindustrian. Seiring berjalannya waktu perkembangan 3D printer bertambah pesat dari penggunaannya dalam bidang kedokteran, penerbangan, prototype dan konsumen. Dalam proses pencetakan, 3D printer membutuhkan filamen sebagai bahan baku pembuatan objek tiga dimensi. Dalam penggunaan 3D printer memerlukan bahan baku yaitu filamen yang memiliki harga lumayan mahal yaitu dikisaran Rp 200.000,00 / Kg sesuai kualitas dan jenisnya. Saat pembuatan bentuk utama *prototype* membutuhkan support yang digunakan sebagai penopang dan pada saat finishing harus dibuang. Sehingga dibutuhkan alat untuk mendaur ulang filamen yang terbuang serta jenis plastik lain yang bisa didaur ulang mejadi filamen, agar menjadi filamen yang ekonomis dan ramah lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Thermoplastic Extruder

Thermoplastic extruder adalah mesin yang digunakan untuk memproses bahan termoplastik, yaitu bahan yang dapat dilelehkan dan dilelehkan ulang berkali-kali tanpa mengalami perubahan kimia yang signifikan. *Ekstruder* biasanya terdiri dari barel atau silinder panjang dengan sekrup di dalamnya yang berputar. Sekrup ini dirancang untuk mencairkan dan mencampur bahan termoplastik saat didorong ke arah ujung keluar ekstruder. Ketika bahan termoplastik dilelehkan dan dicampur, ia menjadi fluida kental yang dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk menggunakan jenis mati atau *nozzle* yang berbeda. *Extruder* biasanya digunakan untuk menghasilkan pellet plastik, tabung, pipa, lembaran, dan film, antara lain. Mesin ini

dapat digunakan dalam berbagai industri, seperti industri pengemasan, otomotif, konstruksi, dan manufaktur umum.

Thermoplastic extruder adalah alat untuk mengekstrusi atau membentuk dan mencacah plastik dengan menggunakan suhu tinggi untuk dilebur dan dibentuk kembali oleh cetakan menjadi bentuk tertentu [1]. Termoplastik merupakan polimer yang dapat diproses beberapa kali dengan pemanasan.

Filamen 3D Printer

Filamen printer 3D adalah material atau material yang digunakan untuk mencetak denah yang telah dibuat dan direncanakan melalui aplikasi atau pemrograman PC. Sebagai aturan umum, serat hadir dalam ukuran standar dengan lebar 1,75 mm, tetapi ada juga printer 3D yang berkumpul yang menggunakan serat dengan lebar 3 mm. Bahan untuk membuat serat juga sangat beragam dan memiliki sifat yang hampir sama. Bahan yang digunakan untuk membuat printer 3D adalah termoplastik yang keras, intens, dan lentur. Itu juga memperkuat sifat serat. Semakin membumi dan semakin indah keadaan artikel yang disampaikan oleh serat, semakin tinggi sifat seratnya. Saat ini, serat yang paling sering dipamerkan terbuat dari acrylonitrilebutadiene styrene (ABS) dan *polylactide* (PLA). Contoh serat yang biasa digunakan di pasaran ditampilkan pada gambar di bawah ini.

PWM (Pulse Width Modulation)

PWM (*pulse with modulation*) adalah teknik aktif untuk mengontrol lebar pulsa gelombang persegi dengan amplitudo dan frekuensi tetap. Fungsi PWM adalah metode yang umum digunakan untuk power supply . Selain fungsinya sebagai pengatur daya, PWM juga berperan sebagai pengatur gerak pada suatu perangkat elektronik [.

Pada dasarnya PWM adalah alat yang digunakan untuk mengontrol dan mengatur ketebalan sinyal selama periode tegangan rata-rata yang bervariasi. Pada penelitian ini digunakan regulator PWM 12v 5A. Ini adalah PWM yang digunakan.

Nozzle

Nozzle adalah alat penyemprot yang secara eksplisit dimaksudkan untuk membuat bentuk dan jalur serta memberikan tekanan yang lebih tinggi daripada aliran sebelumnya. Cerat ini umumnya digunakan dalam rangkaian yang di dalamnya terdapat aliran fluida, tegangan angin, dan saluran gas. Nozzle adalah alat atau komponen yang memiliki fungsi untuk mengatur karakteristik dari aliran fluida atau aliran yang ada diobjek yang mengalir ke dalam nozzle tersebut. Biasanya nozzle digunakan untuk meningkatkan kecepatan aliran fluida sesuai dengan tekanan yang diberikan. Pada penelitian ini nozzle digunakan untuk merubah bentuk limbah plastic yang sudah dirubah menjadi potongan kecil seperti benang pipih, yang

kemudian akan dirubah bentuknya menjadi bentuk filamen dengan diameter 2 mm, setelah melalui proses pemanasan. Proses ini menentukan ukuran diameter dari filament tersebut. Dibawah ini adalah gambar nozzle yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Industri Universitas Bojonegoro, selama 34 hari dimulai 6 Mei sampai 9 juni 2023. Adapun tahapan-tahapan mekanisme penelitian sebagai berikut :

1. Perancangan Konsep dan Desain

Setelah melakukan analisis masalah, dilakukan maka perlu dilakukan perancangan konsep dan desain, yang merupakan tahapan awal dalam merancang sebuah mesin filamen ekstruder pada pengolahan limbah plastik berbasis semi otomatis. Hal ini dilakukan untuk menentukan spesifikasi alat yang akan dibuat sesuai dengan analisa yang telah dilakukan.

2. Pembuatan Desain

Dalam pembuatan desain alat melibatkan serangkaian proses. Desain di buat menggunakan software Autocad 2021. Langkah-langkah dalam pembuatan desain adalah sebagai berikut:

a. Penentuan kebutuhan dan tujuan

Langkah pertama dalam pembuatan desain yaitu menentukan kebutuhan dan tujuan dari alat tercapai sesuai target yang akan dicapai.

b. Analisis

Setelah menentukan kebutuhan dan tujuan, langkah yang selanjutnya yaitu melakukan analisa terhadap tujuan dari alat serta mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari desain penelitian sejenis yang sudah ada.

c. Konsep dan sketsa

Setelah melakukan penelitian dan analisis, langkah selanjutnya adalah membuat konsep dan sketsa. Ini dilakukan dengan mencoba berbagai ide dan memilih yang terbaik.

d. Desain akhir

Setelah memilih konsep dan sketsa yang terbaik, langkah selanjutnya adalah mengembangkan desain akhir. Ini melibatkan menggunakan software desain untuk mengubah sketsa awal menjadi desain yang lengkap dan detail. Selama proses ini, desain akan dievaluasi dan disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini memuat hasil dari pembuatan alat *press* hidrolik material komposit serta untuk menentukan hasil akhir.

4. Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir adalah penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan menjawab tujuan penelitian. Kemudian memberikan saran untuk kemudian dapat dilakukan penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Validasi Desain

Validasi adalah tahapan untuk mengetahui kualitas dan kelayakan desain yang dibuat, validasi dilakukan oleh dosen yang berkompeten dari program studi Teknik Industri Universitas Bojonegoro.



Gambar 1. Desain yang Sudah di Validasi

Hasil dari desain yang telah dibuat dan divalidasi oleh validator yang berkompeten. Tujuan validasi ini untuk mengetahui kualitas kelayakan desain yang telah dibuat, dengan rumus penilaian sebagai berikut.

$$PPV = \frac{SR}{ST} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan :

PPV = Presentase penilaian validator

SR = Jumlah total jawaban validator

ST = Jumlah total nilai tertinggi validator

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Skor

| Skor (%) | Keterangan |
|----------|--------------|
| 0 – 25 | Tidak Layak |
| 26 – 50 | Kurang Layak |
| 51 – 75 | Cukup Layak |
| 76 - 100 | Layak |

Desain dikatakan layak dan dapat dilanjutkan proses pembuatan alat press hidrolik material apabila total penilaian mendapatkan nilai kategori minimal 51 – 75 % (CukupLayak). Berikut adalah hasil penilaian dari validator, dapat dilihat Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Penilaian

| No | Aspek penilaian | Sekor penilaian | | | | Skor | Maks | % | |
|------------------|-----------------------------|-----------------|---|---|---|------|-----------|------|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| 1 | Kerapian | | | | 2 | 8 | 8 | 100 | |
| 2 | Desain mudah dipahami | | | 1 | 1 | 7 | 8 | 87,5 | |
| 3 | Bentuk desain | | | | 2 | 8 | 8 | 100 | |
| 4 | Tata letak desain | | | 1 | 1 | 7 | 8 | 87,5 | |
| 5 | Kejelasan keterangan desain | | | 2 | | 6 | 8 | 75 | |
| Rata-rata | | | | | | | 90 | | |

Dari hasil penilaian validasi diatas maka nilai rata-rata yang diperoleh adalah 90 %, jadi desain yang dibuat telah memenuhi aspek yang dibutuhkan dan dapat dilanjutkan pada proses perancangan komponen-komponen pada mesin ekstruder.

Hasil Pemilihan Bahan

Dalam proses pemilihan bahan untuk membuat komponen alat press hidrolik terdapat beberapa langkah :

1. Kriteria Alat

Kriteria alat sangat dibutuhkan untuk menentukan kebutuhan yang akan akan dipakai untuk merancang alat. Kriteria perancangan tersebut diharapkan dapat mencapai

tujuan hasil akhir dalam perancangan ulang mesin ekstruder semi otomatis. Berikut adalah daftar kriteria alat yang dibutuhkan :

Tabel 3. Daftar Kriteria Alat

| No | Daftar kriteria | Deskripsi |
|----|-----------------------|---|
| 1 | Ekonomis | Biaya pembuatan alat yang relative murah |
| 2 | Kemudahan perancangan | Dapat dirakit dan dioperasikan dengan mudah tanpa memerlukan tenaga ahli khusus |
| 3 | Kemudahan perawatan | Mudah untuk dirawat dan dibersihkan |
| 4 | Komponen sederhana | Komponen dapat dilepas dan dipasang dengan mudah |

Berdasarkan dari pemilihan bahan body utama atau meja ekstruder, selanjutnya adalah penilaian alternatif dilakukan berdasarkan skala penialan yang akan ditunjukkan pada tabel penilaian dibawah ini :

Tabel 4. Aspek penilaian

| | | | |
|---|---------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Ekonomis | = | Harga terjangkau |
| 2 | Pembuatan mudah | = | Alternatif mudah untuk diproses |
| 3 | Kemudahan perawatan | = | Alternatif mudah untuk dibersihkan |
| 4 | Ketersediaan | = | Mudah didapatkan |

Setelah skala penilaian ditentukan kemudian terdapat penilaian alternatif berdasarkan penilaian kriteria alat yang diinginkan

Tabel 5. Penilaian alternatif sistem

| Nilai | Keterangan |
|-------|---------------------------------------|
| 4 = | Memenuhi aspek yang diinginkan |
| 3 = | Cukup memenuhi aspek yang diinginkan |
| 2 = | Kurang memenuhi aspek yang diinginkan |
| 1 = | Tidak memenuhi aspek yang diinginkan |

Tabel 6. Penilaian alternatif body utama

| Aspek penilaian | Kayu Jati | Plat Besi | Stainless Steel |
|---------------------|-----------|-----------|-----------------|
| Ekonomis | 4 | 3 | 1 |
| Pembuatan mudah | 4 | 3 | 4 |
| Kemudahan perawatan | 3 | 3 | 4 |
| ketersediaan | 4 | 4 | 3 |
| Total | 15 | 13 | 12 |

Berdasarkan aspek penilaian pada tabel diatas , maka hasil yang diperoleh dari beberapa alternatif adalah kayu jati, berikut perhitungan yang diperoleh :

Jumlah keseluruhan nilai dari setiap aspek nilai yang terbanyak = Alternatif yang dipilih yaitu kayu jati belanda dengan nilai Total : $4+4+3+4 = 15$

Dengan digunakanya bahan kayu jati sebagai body utama atau sebagai meja darimesin ekstruder ini, diharapkan mampu memberi nilai estetika lebih dengan harga yang relatif murah.

Proses Pembuatan

Tahapan pembuatan alat adalah inti dari proses perancangan ulang *Filament Extruder* pada mesin pengolah limbah plastik berbasis semi otomatis dengan cara mengimplementasikan desain yang telah dibuat. Pembuatan alat pada perancangan ulang *Filament Extruder* ini menggunakan perangkat lunak *Autocad 2021* dan menggunakan *Ultimaker Cura*. Pembuatan alat menyesuaikan dengan kriteria yang sudah dibahas. Beberapa perancangan dan pembuatan alat. Pembuatan alat yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan Meja
- b. Pembuatan *Spool Filament*
- c. Pembuatan *housing screen Thermometer dan Switch Power Supply*
- d. Pembuatan *Housing regulator motor DC dan Switch regulator motor DC*
- e. *Motor DC Mount*
- f. Pembuatan kaki meja
- g. Pembuatan Pisau Pemetong
- h. Modifikasi *Nozzle*

Proses Assembly

Tahap ini adalah tahap yang sangat penting dalam pembuatan alat, dimana sebuah fungsi dan kualitasnya akan ditentukan pada tahap ini. Selain menyiapkan komponen yang sudah dibuat, juga harus menyiapkan komponen pendukung seperti baut, sekrup dan konektor kabel atau skun sebagai penyatu komponen dengan alat agar dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa proses assembly sebagai berikut:

1. Pemasangan kaki meja
2. Pemasangan pisau pemotong
3. Pemasangan Bantalan heater dan nozzle
4. Pemasangan thermostat
5. Pemasangan komponen housing dan mounting
6. Pemasangan komponen elektrik

Proses Pengoperasian Mesin

Setelah melalui proses *assembly* sampai selesai, maka perlu dilakukan percobaan pembuatan filament dari pita plastik jenis PET. Pengujian dilakukan di Laboratorium Manufaktur Teknik Industri Universitas Bojonegoro. Adapun langkah-langkah dalam pengoperasian mesin ekstruder semi otomatis ini adalah :

1. Persiapan mesin
Dalam persiapan mesin pastikan mesin dalam kondisi baik dan pemasangan komponen sudah terpasang dengan benar.
2. Pemilihan bahan baku
Pemilihan bahan baku, dalam langkah ini perlu menyesuaikan spesifikasi untuk produk yang ingin dibuat
3. Pengaturan Suhu
Pada pengaturan suhu, perlu mengatur suhu dengan cara menyesuaikan dengan bahan yang akan digunakan, dengan maksud dapat mencapai titik leleh atau kelembutan optimal pada proses pultrusi.
4. Proses Tunggu
Pada proses ini, memerlukan waktu untuk mencapai suhu heater yang sudah disetting, waktu yang diperlukan adalah 1 menit 20 detik. Setelah suhu heater sudah tercapai baru dapat dilakukan proses produksi.
5. Loading bahan baku
Dalam proses ini perlu memasukan pita plastik yang kemudian ditarik kedalam

sistem feeding pada mesin secara tepat dan rapi.

6. Pengoprasian mesin ekstruder

Setelah semua langkah di atas selesai, maka menyalakan mesin dan parameter operasi telah diatur dengan benar, mengaktifkan motor penggerak sehingga pita plastik yang sudah berada dalam sistem feeding akan tertarik ke *spool filament*.

7. Monitor proses produksi

Perlu adanya monitoring untuk mengetahui berjalanya mesin dalam proses produksi. Dimana mesin akan melakukan proses produksi dan perlu dianalisa bagaimana proses produksi dan bagaimana filament yang dihasilkan.

Hasil Pengujian

Setelah semua tahap perancangan dan perakitan selesai, diperlukanya sebuah pengujian untuk mengetahui alat dapat bekerja sesuai fungsinya atau tidak.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian

| Parameter | Uji | Suhu | Kecepatan | Panjang PET | Waktu (Menit) | Rata-Rata (Menit) |
|-----------|-----|-------|-----------|-------------|---------------|-------------------|
| 1 | 1 | 130°C | 7 Rpm | 1 M | 0,85 | 0,84 |
| | 2 | 130°C | 7 Rpm | 1 M | 0,82 | |
| | 3 | 130°C | 7 Rpm | 1 M | 0,84 | |
| 2 | 1 | 130°C | 6 Rpm | 1 M | 1,18 | 1,18 |
| | 2 | 130°C | 6 Rpm | 1 M | 1,16 | |
| | 3 | 130°C | 6 Rpm | 1 M | 1,19 | |
| 3 | 1 | 130°C | 5 Rpm | 1 M | 2,9 | 2,77 |
| | 2 | 130°C | 5 Rpm | 1 M | 2,6 | |
| | 3 | 130°C | 5 Rpm | 1 M | 2,8 | |
| 4 | 1 | 120°C | 7 Rpm | 1 M | 1,2 | 1,20 |
| | 2 | 120°C | 7 Rpm | 1 M | 1,22 | |
| | 3 | 120°C | 7 Rpm | 1 M | 1,19 | |

| Parameter | Uji | Suhu | Kecepat | Panjang PET | Waktu Menit | Rata-Rata (Menit) |
|-----------|-----|-------|---------|-------------|-------------|-------------------|
| 5 | 1 | 120°C | 6 Rpm | 1 M | 2,5 | 2,53 |
| | 2 | 120°C | 6 Rpm | 1 M | 2,4 | |
| | 3 | 120°C | 6 Rpm | 1 M | 2,7 | |
| 6 | 1 | 120°C | 5 Rpm | 1 M | 3 | 3,03 |
| | 2 | 120°C | 5 Rpm | 1 M | 3,2 | |
| | 3 | 120°C | 5 Rpm | 1 M | 2,9 | |
| 7 | 1 | 110°C | 7 Rpm | 1 M | 0,88 | 0,93 |
| | 2 | 110°C | 7 Rpm | 1 M | 0,9 | |
| | 3 | 110°C | 7 Rpm | 1 M | 1 | |
| 8 | 1 | 110°C | 6 Rpm | 1 M | 1,14 | 1,14 |
| | 2 | 110°C | 6 Rpm | 1 M | 1,15 | |
| | 3 | 110°C | 6 Rpm | 1 M | 1,14 | |
| 9 | 1 | 110°C | 5 Rpm | 1 M | 3 | 3,17 |
| | 2 | 110°C | 5 Rpm | 1 M | 3,2 | |
| | 3 | 110°C | 5 Rpm | 1 M | 3,3 | |

Dari percobaan yang dilakukan saat pengoprasian alat, pada tabel diatas dapat dijelaskansebagai berikut :

1. Parameter suhu 130°C

- Dengan kecepatan motor 7 rpm, dalam 3 kali sesi uji membutuhkan waktuRata-rata 0,84 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen.
- Pada kecepatan motor 6 rpm memerlukan waktu Rata-rata 1,18 menit untukmenghasilkan filamen 1 meter filamen.

- Pada kecepatan 5 rpm membutuhkan waktu Rata-rata 2,77 menit untuk menghasilkan 1 meter filament
2. Parameter suhu 120°C
- Pada kecepatan motor 7 rpm untuk menghasilkan 1 meter filament membutuhkan waktu rata-rata 1,20 menit.
 - Pada kecepatan 6 rpm membutuhkan waktu rata-rata 2,53 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen.
 - Pada kecepatan 5 rpm membutuhkan waktu rata-rata 3,03 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen.
3. Parameter suhu 110°C
- Dengan kecepatan 7 rpm membutuhkan waktu rata-rata 0,93 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen,
 - Pada kecepatan 6 rpm membutuhkan waktu rata-rata 1,14 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen
 - Pada kecepatan 5 rpm membutuhkan waktu rata-rata 3,17 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen.

Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas, hasil filamen yang paling baik adalah dengan menggunakan parameter suhu 130°C dengan kecepatan motor 6 rpm yang membutuhkan waktu 1 menit 18 detik. Hasil filamen dari parameter ini bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Hasil Filamen Percobaan

Pada gambar diatas terlihat hasil filament bisa dikatakan sesuai dengan yang diinginkan, dimana bentuk dan tekstur filament sudah halus dan rapi, yang tentunya bisa digunakan untuk mesin 3d printer dengan diameter nozzle 1,5 mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

• Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan dari hasil perancangan mesin ekstruder filamen semi otomatis terdapat 5 tahapan perancangan, yaitu : Hasil penilaian validasi desain mesin ekstruder yang diperoleh adalah 90 %, dengan pengertian telah memenuhi aspek yang dibutuhkan dan dapat dilanjutkan pada proses perancangan. Hasil desain yang dibuat sudah melalui pengujian dan memiliki dimensi panjang meja 50 cm dan lebar 25 cm. Berdasarkan aspek penilaian jumlah keseluruhan dari setiap aspek nilai yang terbanyak, alternatif yang dipilih adalah kayu jati dengan mendapatkan nilaiskor tertinggi yaitu 15. Ada 8 Komponen yang dibuat yaitu, pembuatan meja, *spool filament*, *housing thermometer dan switch power supply*, *housing regulator dan switch*, *dc mount*, modifikasi *nozzle*, kaki meja dan pisau pemotong. Proses *assembly* dilakukan dengan manual meliputi pemasangan kaki meja, pisau pemotong, bantalan *heater* dan *nozzle*, pemasangan *thermostat*, *housing* dan *mounting* dan pemasangan komponen elektrik lainnya. Serta dari proses hasil pengujian yang telah dilakukan dengan parameter suhu, kecepatan, panjang dan waktu. Didapatkan aspek yang ideal dengan suhu 130°C kecepatan 6 Rpm dengan waktu 1,18 menit untuk menghasilkan 1 meter filamen. Parameter tersebut merupakan parameter optimal untuk membuat filamen dengan kualitas terbaik dibandingkan dengan parameter lain.

• Saran

Dalam perancangan filamen ekstruder semi otomatis ini, masih terdapat beberapa kekurangan baik dari sistem kerja fungsi ataupun kualitas bahan. Oleh karena itu saran penulis untuk pembaca yang ingin mengembangkan penelitian ini, maka disarankan : Perlu penambahan kipas, untuk mengoptimalkan proses pengeringan filamen. Pemotong plastik PET, ditambahkan bearing agar potongan lebih akurat dan ukuran yang seragam dan presisi. Perlu memerhatikan kualitas pisau pemotong, agar tidak mudah berkarat dan lebih tahan lama dan diperlukan pergantian berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amenan, M, Extruder. Tersedia Pada: www.Academia.Edu/35268531/Extruder. Blocher, R. (2004) Dasar Elektronika. Penerbit Andi : Yogyakarta, 2018.

- [2] Djalmono, W., Khoryanton, A. Dan Muzaki, I, “Sistem Pendingin Menggunakan Thermalelectric Cooler Guna Menstabilkan Temperatur Box Panel Kontrol Mesin Die Casting,” *Jurnal Rekaya Mesin*, vol. 14, no. 3, pp. 146–156, 2019.
- [3] Fauzi Abror, Agam Septian, *INDONESIA DARURAT SAMPAH PLASTIK*, 2018.
- [4] Feriyanto, D. dkk, “Analisis Sistem Pendingin Menggunakan Thermostat Dan Tanpa Thermostat Dalam Pencapaian Panas Mesin Pada Alat Uji Prestasi,” *Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 3, pp. 637–646, 2022.
- [5] Napitupulu, R., Subkhan Dan Nita, L.D, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Plastik Kapasitas 20kg/Jam,” *Steman*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2012.
- [6] Romdoni, R, Prototipe Model Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terhadap Pemanas Air (Calorifier) Dengan Mikrokontroller Sebagai Alat Kontrol Jarak Jauh Dikapal, 2021.
- [7] Sisyono, Drs, *Dasar-dasar Hidrolik*, Bandung : PPPGT Bandung, 1991.
- [8] W. Handoko, H. Mutahar, M. Nasrul, & H. Fajar, *Rancang Bangun Power Pack untuk Aktuasi Dongkrak Hidrolik Buaya 1 Ton*, Tugas Akhir D3 Teknik Mesin Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [9] Priyatin, J, Y., Kustanto, H., & Pambudi, S, “Kajian Dongkrak Hidrolik Botol Kapasitas 2 Ton Terhadap Pengaruh Variasi Posisi Pemasangan Manometer SAE Oli dan Jarak Langkah Pemompaan,” *Jurnal Simetris*, vol. 9, no. 1 , pp. 547-550, 2018.
- [10] R. Hanifi, Marno., Kardiman., & E. Widiyanto, “Rancang Bangun Mesin *Hotpress* untuk Pembuatan Komposit Berbasis Limbah Sekam Padi dan Plastik,” *Jurnal Infrastructure and Science Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 39– 44, 2019.
- [11] Priyono, A. Sirun, & I. F. Y. Polii, “Rancang Bangun Alat Cetak Komposit Sampah Plastik Dengan Sabut Kelapa,” *Jurnal Otopro*, vol. 17, no. 1, pp. 21–26, 2021.
- [12] M. Ramesh, K. Palanikumar, & K. R. Hemachandra, “Mechanical Property Evaluation of Sisal–Jute–Glass Fiber Reinforced Polyester Composites,”