

RANCANG BANGUN MESIN FILAMENT PET UNTUK 3D PRINTER

Alma Hamni Adifa Septira¹⁾, Wachidin²⁾
Mekanik Industri dan Desain, Politeknik TEDC Bandung¹⁾²⁾
Email: almahamni40@gmail.com¹⁾,wachidindidin73@gmail.com²⁾

Abstrak

Dikalangan masyarakat pada saat ini penggunaan botol plastik yang merupakan jenis *Plastik Polyethylene Terephalate (PET)* sudah seperti budaya untuk dikonsumsi sebagai wadah minuman dalam kemasan. Padahal penggunaan botol plastik jenis ini memiliki dampak yang sangat buruk terhadap lingkungan. PET merupakan jenis plastik yang mudah dibentuk kembali, sehingga salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan limbah ini yaitu dengan menjadikannya sebagai *filament 3D Printer*. Untuk pengolahan limbah botol plastik jenis PET menjadi *filament 3D printer* diperlukan sebuah mesin *filament PET* untuk *3D Printer*. Dalam proses rancang bangun mesin ini di haruskan untuk melakukan penelitian terlebih dahulu dengan menggunakan berbagai metode seperti observasi, studi literatur dan media Internet. Mesin *filament PET* untuk *3D Printer* ini mengolah limbah botol plastik jenis PET yang sudah disayat menjadi potongan strip botol seperti pita sesuai dengan ukuran yang ditentukan lalu dipanaskan menggunakan *heater* dengan suhu 270°C melewati lubang *nozzle* untuk menjadikannya sebuah *filament* berdiameter 1.65mm dan dilakukan penggulungan filament secara otomatis dengan kecepatan motor 2.5 Rpm.

Kata Kunci: Plastik *Polyethylene Terephalate (PET)*, *Filament*, *3D Printer*

Abstract

Currently, among the public, the use of plastic bottles, which are a type of *Polyethylene Terephalate (PET)* plastic, has become a culture for consumption as a container for packaged drinks. However, the use of this type of plastic bottle has a very bad impact on the environment. PET is a type of plastic that is easily reshaped, so one step that can be taken to utilize this waste is to make it into *3D Printer filament*. To process PET plastic bottle waste into *3D printer filament*, a *PET filament machine* for *3D printers* is needed. In the process of designing and building this machine, you are required to carry out research first using various methods such as observation, literature study and Internet media. This *PET filament machine* for *3D Printers* processes PET plastic bottle waste which has been cut into bottle strips like ribbons according to the specified size and then heated using a heater to a temperature of 270°C through the nozzle hole to make a 1.65mm filament and the filament is rolled automatically with a motor speed of 2.5 Rpm.

Keywords: Plastic *Polyethylene Terephalate (PET)*, *Filament*, *3D Printer*

I. PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan yang sedang dihadapi oleh negara-negara di dunia termasuk Indonesia. Jumlah sampah plastik di Indonesia bisa mencapai 3,2 juta ton setiap tahunnya. Salah satu sampah yang banyak dihasilkan yaitu sampah botol plastik. Menurut *World Atlas*, Indonesia menjadi negara ke-4 pengguna botol plastik terbanyak di dunia yaitu mencapai 4,82 miliar.

Botol plastik yang sudah membudidaya masyarakat di Indonesia saat ini yaitu termasuk kedalam jenis *Plastik Polyethylene Terephthalate (PET)*. Jenis plastik ini sangat berbahaya bagi lingkungan karena penguraian sampah ini bisa memakan waktu hingga 100 tahun. Namun disisi lain hal tersebut, PET merupakan jenis plastik yang mudah dibentuk kembali, sehingga apabila dikelola dengan baik sebetulnya jenis sampah ini dapat didaur ulang dengan berbagai cara.

3D printer adalah teknologi pembuatan benda dengan kendali komputer dengan cara memanaskan *filament* (Bahan Baku *3D Printer*) untuk membuat suatu benda sesuai desain yang telah diatur menggunakan program komputer.

TEDC Vol. 18 No. 3, September 2024

Salah satu usaha yang akan penulis lakukan untuk memanfaatkan limbah ini adalah dengan mendaur ulang (*recycle*) limbah PET menjadi *filament 3D printer*.

Dalam proses pengolahan limbah botol plastik jenis PET menjadi *filament 3D printer* diperlukan sebuah mesin *filament PET* untuk *3D Printer*. Maka dari itu rancang bangun mesin ini dilakukan dengan bahan-bahan yang sederhana sehingga dapat meminimalisir biaya pembuatan, proses pengolahan limbah PET yang efisien, juga mempermudah perakitan mesin sehingga dapat dibuat oleh siapa saja.

II. LANDASAN TEORI

Filament 3D printer adalah bahan dasar yang digunakan dalam proses cetak 3D menggunakan *printer 3D*. *Filament* adalah sejenis kawat atau benang yang dipasang ke dalam *printer 3D* dan ditempatkan dalam sebuah *spool* yang terletak di bagian belakang *printer*.

Sedangkan *3D Printer* adalah sebuah mesin pencetak yang mencetak objek secara 3 dimensi yang bisa dilihat, dipegang dan mempunyai volume. Sebuah model 3D dibangun lapis demi lapis

menggunakan bahan *filament* yang proses pembuatan benda padat 3 dimensi dari file digital.



Gambar 1. Filament 3D Printer

Ukuran diameter *filament* yang sesuai standar adalah 1.75 mm namun ada juga jenis 3D Printer rakitan yang memakai *filament* dengan ukuran diameter 3 mm.

Terdapat banyak jenis material yang bisa dibuat menjadi *filament 3D printer*, salah satunya yaitu *Plastic Polyethylene Terephthalate (PET)*, biasanya digunakan pada pembuatan botol plastik sekali pakai. Keuntungan lainnya dari penggunaan PET yaitu tidak mengeluarkan bau apapun saat dicetak, dan dapat didaur ulang.

Berdasarkan sumber yang diambil dari buku Kirk Orthmer (1981) di dapati data titik lebur botol PET yaitu sekitar 260°C. Namun setelah diteliti lebih lanjut tentang plastik jenis PET selain dari sumber buku diatas didapati *temperature* leleh jenis plastik PET yang berbeda berdasarkan pernyataan penelitian terdahulu yang dilakukan Wawan Trisnadi Putra, Munaji, dan Muh Malyadi (2015) menyatakan *temperature* leleh jenis PET yaitu sekitar 276°C

Setelah didapati *temperature* leleh plastik jenis PET seperti pernyataan diatas maka dari itu untuk penggunaan heater pada mesin ini digunakan heater dengan suhu 270°C untuk mengubah lempengan botol plastik jenis PET menjadi *filament* untuk 3D Printer.

Motor yang digunakan pada pembuatan mesin ini adalah motor *Synchronous 60 KTYZ* yang termasuk kedalam jenis motor AC sinkron dimana putaran rotor (atau poros) disinkronkan dengan frekuensi arus suplai. Artinya, periode rotasi rotor sama dengan medan putar mesin di dalamnya.

Dasar perhitungan terhadap motor *Synchronous 60 KTYZ* untuk pembuatan mesin *filament* PET untuk 3D printer, pada perancangan ini adalah :

A. Kecepatan Sinkron

Motor ini memiliki kecepatan tetap karena hanya memiliki satu kecepatan, yaitu kecepatan sinkron. Kecepatan ini disinkronkan dengan frekuensi suplai. Kecepatan sinkron diberikan oleh:

$$N = 120f/p$$

Di mana:

- N = Kecepatan Sinkron (dalam RPM—yaitu Rotasi Per Menit)
- f = Frekuensi Suplai (dalam Hz)
- p = Jumlah kutub

B. Torsi

Dikarenakan motor ini hanya memiliki 1

kecepatan, maka dari itu sebelum pemilihan rpm motor diperlukan perhitungan torsi motor terlebih dahulu sesuai kecepatan dan kekuatan torsi yang dibutuhkan.

Rumus perhitungan torsi motor, yaitu sebagai berikut :

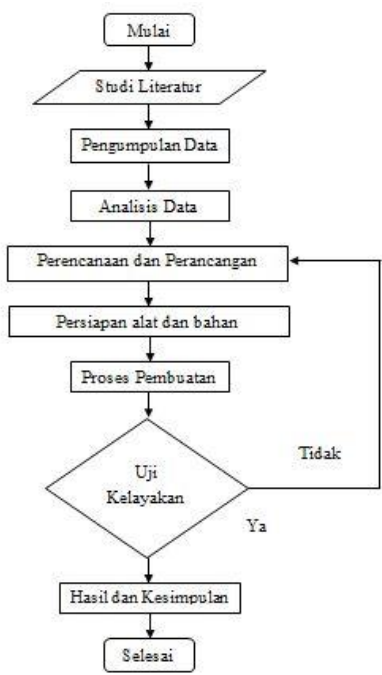
$$T = 5252 \times p / n$$

Keterangan :

- 5252 = Konstanta
- p = Daya (Hp)
- n = Kecepatan (Rpm)

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir (*flowchart*)



Gambar 2. Diagram alir (*Flowchart*)

Keterangan :

1. Mulai
Pada tahap ini dimulai dengan menentukan topik yang akan diteliti
2. Studi Literatur
Pada studi literatur ini berisikan pencarian sumber data yang relevan dan terdpercaya guna mendapatkan materi penunjang yang dapat memecahkan masalah dalam penulisan tugas akhir ini dimana bersumber dari buku, jurnal maupun website.
3. Pengumpulan Data
Pada tahapan ini melalui pengumpulan data berisi data-data yang sudah di observasi sebelumnya, kemudian dikumpulkan untuk dijadikan pembahasan di dalam proses selanjutnya.

4. Analisis Data
Analisis data yang sebelumnya dikumpulkan melalui pengumpulan data, kemudian di analisis untuk menjadi data yang lebih tepat.
5. Perencanaan dan Perancangan
Pada tahap ini dilakukan perencanaan dan perancangan desain mesin menggunakan *software Autodesk Inventor 2018*
6. Persiapan Alat dan Bahan
Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk proses rancang bangun mesin *filament PET* untuk *3D Printer*
7. Proses Pembuatan
Pada tahap ini dimulai lah proses pembuatan mesin *filament PET* untuk *3D Printer* dengan perencanaan dan perancangan yang sudah dibuat.
8. Uji Kelayakan
Uji kelayakan mesin yang telah dibuat sesuai apa tidak dengan perencanaan dan perancangan yang telah dibuat. Jika tidak sesuai maka kembali ke tahap perencanaan dan perancangan, namun jika berhasil maka lanjut ke tahap hasil dan kesimpulan.
9. Hasil dan Kesimpulan
Pada proses ini penulis mengambil hasil yang sudah dibuat/dibahas kemudian disimpulkan secara menyeluruh.
10. Selesai
Pada tahap ini merupakan akhir dari dalam rancang bangun mesin *filament PET* untuk *3D Printer*.

3	Lem Korea
4	Bearing
5	PTC Ceramic Air Heater 220V 270°C
6	Switch on/off
7	Siku
8	Ring dan Baut
9	Alumunium
10	Spool Filament Bekas
11	Sekrup
12	Long Dart
13	Terminal kabel dan kabel serabut

Tabel 3. Bahan Pembuatan *Filament*

Bahan Pembuatan Filament	
No	Nama
1	Botol PET Merk Super O2 ukuran 600ml

B. Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat Pembuatan Mesin

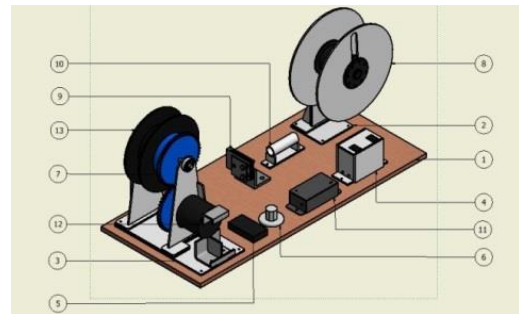
Alat			
No	Nama	Jumlah	Satuan
1	Laptop	1	Unit
2	Heat Gun	1	Unit
3	Cutter	1	Unit
4	Tang Kombinasi	1	Unit
5	Bor Tangan	1	Unit
6	Mata Bor Ukuran 5, 8, 10, 1.65 mm	1	Unit
7	Mata Rimmer Trapesium	1	Unit
8	Obeng	1	Set
9	Gergaji	1	Unit
10	Solder	1	Unit
11	Gunting	1	Unit
12	Mesin Las	1	Unit
13	Gerinda	1	Unit
14	Mata Gerinda	1	Unit
15	Jangka Sorong	1	Unit
16	Jangka	1	Unit
17	Penggaris	1	Unit
18	Kikir	2	Unit

Tabel 2. Bahan-Bahan Pembuatan Mesin

Bahan Pembuatan Mesin	
No	Nama
1	Pipa PVC
2	Fan Pendingin

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah bagian-bagian mesin dengan fungsinya, yaitu :

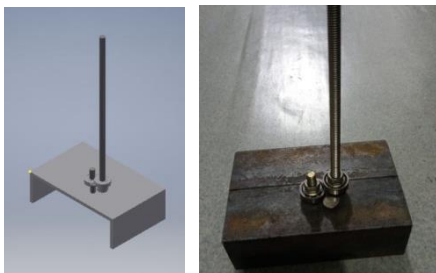


Gambar 3. Desain *Assembly Full*

1. Alas (Papan Mdf)
Papan ini untuk menopang bagian-bagian mesin yang dibutuhkan untuk pembuatan filament
2. Penyangga *Spool* Sayatan Botol Plastik
Menopang *spool* sayatan botol plastik sebelum dijadikan *filament*.
3. Penyangga *Spool Filament* dan Dudukan Motor
Untuk penyangga penggulangan *filament* menggunakan bantuan motor
4. Kotak Saklar
Pengatur arus listrik yang dituju pada saat penggunaan mesin
5. Terminal Kabel
Menghubungkan sistem listrik
6. Holder fan
Sebagai penyangga *fan* untuk sistem pendinginan *filament* saat proses pembuatan melewati elemen pemanas.
7. Roda gigi
Sebagai alat transmisi yang menghubungkan motor dan *spool filament*.
8. *Spool* Sayatan Botol Plastik
Untuk tempat penyimpanan sayatan botol plastik sebelum dijadikan filament.
9. Elemen Pemanas
Proses pemanasan botol plastic menjadi

- filament
- 10. Pengarah Sayatan Botol Plastik
Pengarah sayatan botol plastik sebelum melewati elemen pemanas supaya lebih terarah.
- 11. Motor
Untuk sistem penggulungan secara otomatis
- 12. Kotak Adaptor
Untuk tempat adaptor penghubung arus dc ke ac
- 13. *Spool Filament*
Sebagai tempat penggulungan *filament* yang sudah jadi.

Selain itu, terdapat 1 bagian yang terpisah, yaitu Penyyat Botol (*Cutting Bottle*).



Gambar 4. Penyyat Botol (*Cutting Bottle*)

Penyyat botol ini dibuat untuk mempermudah penyayatan botol plastik jenis PET menjadi potongan strip botol seperti pita sesuai dengan ukuran yang ditentukan sebelum dijadikan *filament* PET.

A. Analisa Hasil

Pembuatan *filament* menggunakan bahan botol plastik jenis *PET merk Super O2* ukuran 600 ml dengan lebar sayatan 7 mm pada mesin ini dapat menghasilkan *filament* PET diameter 1,65 mm dengan panjang *filament* sekitar 3,75 m.

Waktu produksi pembuatan *filament* menggunakan mesin ini dapat menghasilkan filament PET sepanjang 0,153m/menit atau 10m/jam nya dengan membutuhkan bahan baku botol PET sebanyak 4 botol ukuran 350ml atau 3 botol ukuran 600ml. Hal ini dikarenakan dari 1 botol PET ukuran 350ml hanya bisa menghasilkan *filament* PET sepanjang 2,30m dalam kisar waktu 15 menit, sedangkan 1 botol ukuran 600ml bisa menghasilkan *filament* PET sepanjang 3,75 dalam kisar waktu 25 menit.

Filament ini memiliki permukaan yang halus juga kuat, namun masih terdapat sedikit celah pada *filament* tersebut. Hal ini tidak berakibat fatal karena ketika dilakukan uji coba pencairan menggunakan 3D *Printer*, filament ini layak digunakan seperti *filament* pada umumnya.



Gambar 5. Hasil *Filament* Yang Terbentuk Mesin

Untuk lebar sayatan 7 mm yang dibuat tidak pada semua botol plastik PET akan memiliki hasil yang sama, ukuran ini juga didapati setelah beberapa kali percobaan. Maka dari itu bila penggunaan botol berbeda diperlukan percobaan terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil yang sempurna.

Hasil filament ini juga telah di uji coba dan berhasil dicairkan menggunakan 3D *Printer* dengan pemanas 270°C



Gambar 6. Hasil filament PET yang dicairkan oleh 3D *Printer*

B. Perbandingan Produksi *Filament*

Penggunaan *filament* yang banyak digunakan pada saat ini untuk 3D *Printer* yaitu *filament* PLA, dikarenakan untuk pembelian *filament* ini sudah banyak di produksi dan masih tergolong murah. Produksi *filament* PET pada saat ini masih belum banyak ditemukan di pasaran, namun terdapat beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti lain.

Untuk mengetahui perbandingan *filament* PET yang di produksi menggunakan mesin ini, dengan *filament* PET yang diteliti oleh peneliti lain tentunya dengan mesin yang berbeda, juga *filament* PLA yang banyak digunakan oleh masyarakat, maka perbandingan tersebut bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Perbandingan Produksi *Filament*

No	Jenis Filament	Diameter Filament	Suhu Pembuatan	Bahan Filament	Panjang Filament 1 roll / 1kg
1	PET (Produksi Sendiri)	1.65 mm	270°C	PET Ketebalan 0.5mm	150m
2	PET	1.60	205°C	PET	

	(Peneliti Lain)	mm		ketebalan 0.3mm	520.2m
3	PLA	1.75 mm	142°C	Pelet PLA	335.3m

Dari tabel tersebut, maka bisa dilihat bahwa filament yang diproduksi dengan mesin ini memiliki suhu dan berat yang lebih tinggi dibandingkan filament yang beredar di pasaran.

Putra, W.T..M.&.M., 2015. Analisa Kekuatan Maksimal Bata Plastik Hasil Pengepresan Jenis Polythelene Terephalate. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin*, XIV.

Putra, S.d.S.D., n.d. ALAT PENGOLAHAN LIMBAH FILAMENT 3D PRINT DENGAN. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 6(2), pp.13-23.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam rancang bangun mesin filament pet untuk 3d printer dapat disimpulkan bahwa :

1. Rancang bangun mesin filament PET untuk 3D printer ini dilakukan dengan bahan yang sederhana sehingga dapat meminimalisir biaya pembuatan, proses pengolahan limbah PET yang efisien, juga mempermudah perakitan mesin sehingga dapat dibuat oleh siapa saja.
2. Mesin ini menggunakan sistem kelistrikan AC dan DC hanya pada fan.
3. Bahan untuk penggunaan mesin ini yaitu botol plastik jenis PET dengan kode daur ulang 1 merk *super O2* berukuran 600 ml disayat dengan lebar ukuran 9mm.
4. Mesin ini menghasilkan filament ukuran 1,65mm dengan panjang sekitar 3,75m yang didapat dari bahan yang sudah disiapkan.
5. Penggulungan filament pada mesin ini dilakukan secara otomatis menggunakan bantuan motor *synchronous* 60 ktyz dengan system transmisi roda gigi rasio 1:1.

B. Saran

1. Dilakukan penelitian lebih dalam lagi menggunakan bermacam-macam botol plastik jenis PET dengan sistem banding.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengolahan limbah PET menjadi filament 3D printer dengan penggunaan ukuran nozzle yang berbeda.
3. Dilakukan penggunaan filament pet pada 3D Printer dan dilakukan uji kekuatan benda yang telah dibuat menggunakan bahan tersebut.
4. Gunakan Pelindung pada bagian elemen pemanas pada mesin supaya tidak bahaya apabila tidak sengaja tersentuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ivanto., L.&.T., 2023. Rancang Bangun Mesin Pultrusion Pembuat Filamen 3D Printing Berbasis. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin (JTRAIN)*, 4, pp.01-08.
- Kirk, R.E.d.O.D.F., 1981. *Encyclopedia Of Chemical Engineering Technology*. 4th ed. Newyork.