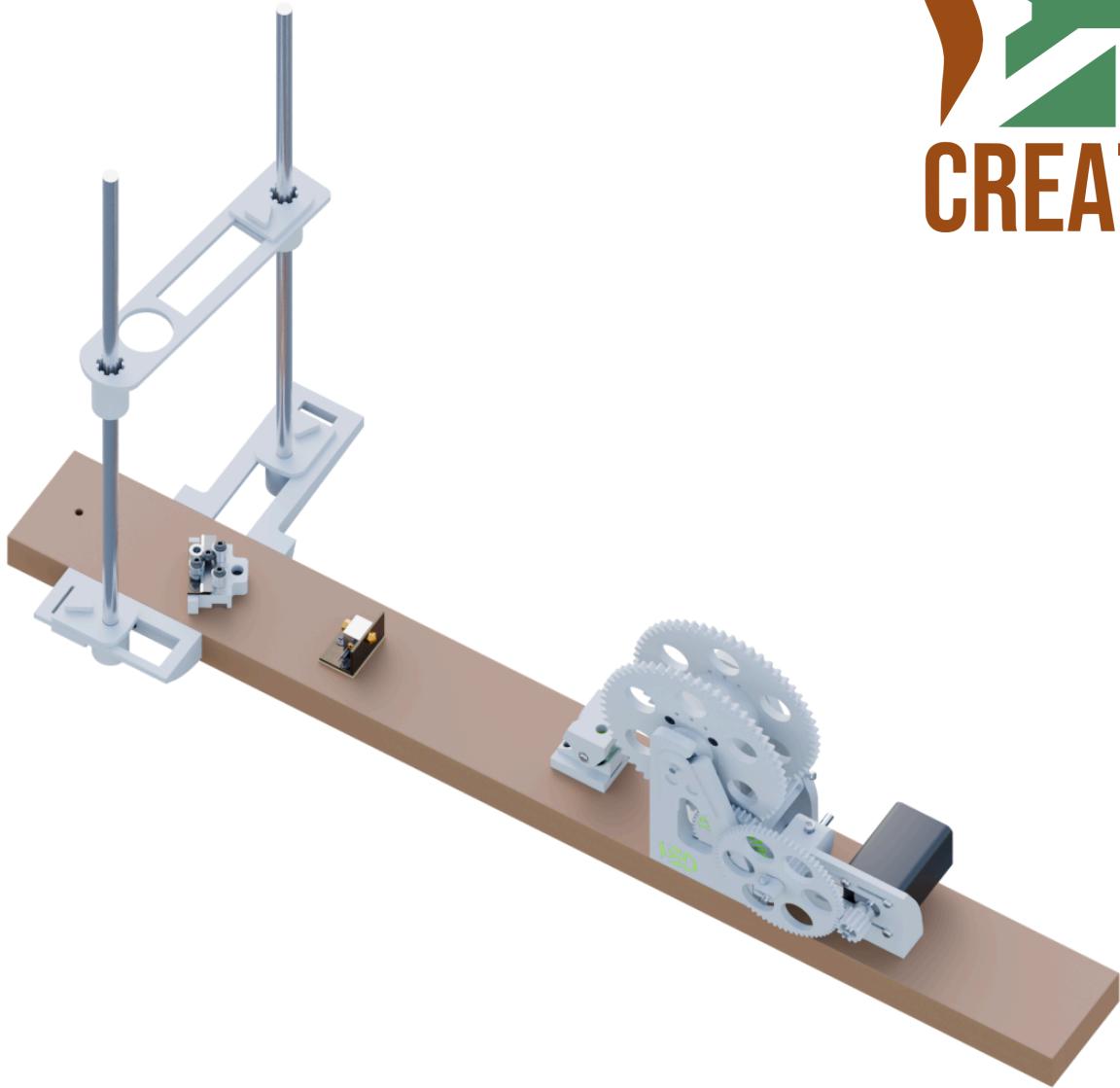


Cilacap, Jawa Tengah
Indonesia
alif.3di@gmail.com



Dokumentasi PET Filament Maker V1.0

Pembuat filament dari botol PET

Bahasa Indonesia

2024

Penafian dan Batasan Tanggung Jawab

Konten, produk, dan dokumentasi yang disediakan dalam proyek ini, termasuk tetapi tidak terbatas pada perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), desain file (seperti STL), dan instruksi perakitan, **disediakan "sebagaimana adanya"** tanpa jaminan apa pun, baik yang tersurat maupun tersirat. Ini termasuk, tetapi tidak terbatas pada, jaminan kelayakan untuk tujuan tertentu, non-pelanggaran, atau akurasi dari informasi yang diberikan.

Pembuat atau pemilik proyek **tidak bertanggung jawab atas kerusakan, cedera, atau kehilangan** yang timbul dari penggunaan, ketergantungan, atau perakitan produk ini. Pengguna diharapkan untuk menggunakan proyek ini dengan kehati-hatian penuh, mengikuti semua petunjuk keselamatan, dan memastikan bahwa perangkat yang dibangun atau digunakan sesuai dengan standar dan regulasi yang berlaku.

Pengguna bertanggung jawab penuh atas penggunaan perangkat ini dan segala risiko yang terkait, termasuk namun tidak terbatas pada kerusakan perangkat, cedera pribadi, atau kerugian lainnya. Pengguna disarankan untuk memastikan keselamatan dalam perakitan, penggunaan, dan pengoperasian produk ini, serta memeriksa kesesuaian produk dengan kebutuhan atau tujuan mereka sebelum digunakan.

Peringatan Keselamatan

1. **Listrik:** Pastikan semua sambungan listrik terisolasi dengan benar sebelum menghubungkan perangkat ke sumber daya untuk menghindari sengatan listrik atau kebakaran.
2. **Alat Pemotong:** Gunakan alat pelindung diri (sarung tangan, pelindung mata) saat menggunakan alat pemotong atau mesin tajam untuk menghindari cedera.
3. **Pemanasan:** Komponen seperti heater dapat sangat panas. Hindari menyentuh bagian tersebut saat perangkat beroperasi untuk mencegah luka bakar.
4. **Bahan Berbahaya:** Hindari menghirup asap atau uap dari bahan plastik atau pelarut yang dipanaskan.
5. **Kerusakan Perangkat:** Pastikan semua komponen dipasang dengan benar untuk menghindari kerusakan pada perangkat.
6. **Pengawasan:** Selalu awasi perangkat saat beroperasi, terutama jika melibatkan suhu tinggi atau komponen bergerak.
7. **Pemula:** Jika Anda belum berpengalaman, pastikan untuk membaca instruksi dengan cermat atau meminta bantuan dari yang lebih berpengalaman.
8. **Kebakaran:** Jauhkan perangkat dari bahan yang mudah terbakar saat beroperasi.

Konten

Konten	3
Pengaturan Printing	4
Overview	5
Pembuatan dan Perakitan	7
I. Base Kayu	11
II. Cutter	11
III. Pemberat/Counterweight	14
IV. Heater	16
V. Pelurus Filament /Filament Straightener	18
VI. Penarik Filament/Filament Puller	20
VII. Unit Penggerak Utama	23
VIII. Elektronik	26
IX. Kode Projek dan Instalasi	30
X. Petunjuk Penggunaan	31
XI. Pengaturan Slicer	37
Referensi	39
Lisensi	40

Pengaturan Printing

- **Model 3D Printer:** FDM
- **Bahan:** PLA, PET, PETG, ABS/ASA
- **Nozzle:** 0.4 mm
- **Layer Height:** 0.2 mm
- **Seam Position:** Aligned dan Random untuk model lingkaran seperti gear.
- **Wall:** 3-4 lapisan
- **Top/Bottom:** 3-4 lapisan
- **Infill:** 25%-35%
- **Infill Pattern:** Cubic
- **Orientasi:** Menyesuaikan dengan model
- **Speed:** 50-70 mm/s (atau sesuai pengaturan printer)
- **Support:** Ya, beberapa model mungkin memerlukan support karena adanya overhang.

Overview

PET Filament Maker adalah perangkat yang dirancang untuk mengubah botol PET bekas menjadi filament 3D yang dapat digunakan kembali. Melalui proses mekanis dan otomatisasi, alat ini memfasilitasi pengguna dalam mendaur ulang limbah plastik botol PET menjadi material yang bermanfaat untuk pencetakan 3D. Proyek ini bertujuan memberikan solusi yang ramah lingkungan, mengurangi limbah plastik sekaligus menghemat biaya material filament yang biasanya harus dibeli.

Fitur Utama:

- Penggunaan Botol PET Bekas: Mengurangi limbah plastik dan memberikan manfaat ekonomis bagi pengguna.
- Pemrosesan Otomatis: Dilengkapi dengan motor stepper, sensor limit switch, dan kontrol PID untuk pengaturan suhu.
- Desain Modular: Menggunakan 3D printed parts yang mudah dipasang dan disesuaikan.
- Pengendalian dengan Node MCU ESP8266: Menyediakan koneksi Wi-Fi dan fitur pengaturan suhu melalui web interface.
- Pemanas dengan Kontrol Suhu: Menggunakan PWM MOSFET untuk menjaga kestabilan suhu selama ekstrusi.
- Pengaturan Kecepatan dan Posisi: Rotary encoder mengatur kecepatan dan arah motor stepper untuk filament yang konsisten.
- Thermistor untuk Pengukuran Suhu: Memastikan pengaturan suhu yang akurat untuk kualitas filament optimal.

Manfaat:

1. **Pengurangan Limbah Plastik:** Mengurangi jumlah botol PET yang berakhir sebagai limbah, proyek ini berkontribusi pada pengelolaan sampah yang lebih baik.
2. **Pembuatan Filament yang Terjangkau:** Dengan alat ini, pengguna dapat memproduksi filament 3D dari bahan bekas, sehingga lebih hemat biaya.
3. **Solusi Ramah Lingkungan:** Memungkinkan penggunaan plastik bekas secara berkelanjutan, membantu mengurangi ketergantungan pada produksi plastik baru.

6

Kekurangan:

1. Hasil filament yang dihasilkan tidak selalu konsisten, sangat tergantung dengan konsistensi potongan.
2. Dapat mengakibatkan macet jika diameter filament terlalu kecil atau terlalu besar.
3. Putaran stepper motor sering terhambat saat ESP8266 terhubung ke WiFi. Pastikan untuk memutus koneksi WiFi pada ESP8266 saat proses pembuatan filament.
4. Suara stepper motor cukup berisik; coba atur microstepping untuk menguranginya.
5. Suara cutter cukup keras saat memotong botol, terutama untuk botol PET yang tebal; bisa disiasati dengan menggunakan pelumas.
6. Deteksi filament terkadang terhenti jika filament yang ditarik oleh filament puller kendur atau terlalu tipis.

Proses Kerja:

1. **Persiapan Bahan:** Botol PET bekas dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan label dan kotoran agar siap diproses.
2. **Pelurusan Permukaan Botol:** Botol PET yang memiliki permukaan tidak rata perlu diluruskan dengan memanaskan permukaannya sambil memutar botol menggunakan blower, heatgun atau di atas kompor. Proses pemanasan ini mengurangi lekukan, memungkinkan permukaan botol menjadi lebih rata dan mudah dipotong.
3. **Ekstrusi:** Botol PET dipotong menjadi strip dan dipanaskan hingga lunak untuk diubah menjadi bentuk filament, kemudian ditarik secara otomatis agar ukuran filament konsisten.
4. **Pemeriksaan Kualitas Filament:** Filament yang dihasilkan diperiksa untuk memastikan kualitas dan ketebalan sesuai spesifikasi.

Kesimpulan:

Filament Maker dari botol PET bekas ini memberikan solusi ekonomis sekaligus ramah lingkungan, memungkinkan pengguna mendaur ulang plastik bekas menjadi filament yang siap digunakan dalam pencetakan 3D. Dengan desain yang mudah dioperasikan, kontrol otomatis yang presisi, dan sistem modular yang mempermudah perawatan, proyek ini menawarkan pendekatan baru yang berkelanjutan dalam produksi material 3D.

Pembuatan dan Perakitan

Alat yang Diperlukan:

1. Mesin bor atau cordless drill
2. Mata bor besi 4mm
3. Mata bor 1.7mm, 2mm, 6mm
4. Mata bor chamfer (jika tersedia) atau mata bor lebih besar untuk membuat chamfer
5. Tap M5 dan M3
6. Kunci baut M5
7. Mata obeng untuk menyekrup
8. Gerinda atau alat pemotong besi (untuk memotong as)
9. Solder (beserta timah solder)
10. Tracker untuk melepas ring pembatas pada pulley (jika diperlukan)
11. Marker

Bahan yang Dibutuhkan :

I. Base Kayu

- Kayu dengan ukuran panjang 80 cm, lebar 8–9 cm, dan tinggi 2,5–3 cm.
-

II. Cutter

Bahan yang Dibutuhkan:

1. Sliding Nut M5 (2 Pcs)
 2. 3D Printed Base Bottle Cutter
 3. Lempengan besi/stainless berukuran 40x15mm dengan ketebalan 2mm (bisa menggunakan besi/stainless siku yang dipotong)
 4. Ring/Spacer M5 (± 72 Pcs)
 5. Mata Cutter Kecil
 6. Baut M5 (16mm/20mm) (2 Pcs)
 7. Baut M5 (30mm) (2 Pcs)
 8. Skrup 1" (4 Pcs)
-

III. Komponen Pemberat/Counterweight

Bahan yang Dibutuhkan:

- Komponen pemberat (part 3D printed)
 - As 10 mm atau benda lain berdiameter 10 mm dan panjang ±50 mm
 - Skrup 1" atau 3/4" (7 buah)
-

IV. Heater

Bahan yang Dibutuhkan:

1. Heating block V6/MK7/MK8
 2. Nozzle tipe V6 (V6-style nozzle)
 3. Heater dengan diameter 6mm (12V atau 24V, sesuai kebutuhan)
 4. Thermistor NTC 100k
 5. Besi/stainless siku dengan panjang 40mm, lebar 25mm, dan ketebalan 2mm
 6. Skrup ukuran 1" (3 Pcs)
 7. Bahan insulasi panas (atau bisa menggunakan karton atau kertas) untuk mengurangi base kayu dari panas yang dihasilkan heater.
-

V. Pelurus Filament / Filament Straightener

Bahan yang Dibutuhkan:

1. Base 3D Printed Part untuk Pelurus Filament
 2. Micro Switch + Kabel ±80 cm
 3. Baut 2x8mm (2 pcs)
 4. Skrup 3/4" atau 1" (2 pcs)
 5. 3D Printed Roller U Pelurus Filament (Roll U Sempit atau Roll U Lebar)
 6. Baut M3 45mm (1 pcs)
 7. Mur Nylon/Lock Nut M3 (1 pcs)
-

VI. Penarik Filament / Filament Puller

Bahan yang Dibutuhkan:

- Komponen cetak 3D
 - As 5 mm dengan panjang 90-100 mm untuk filament puller
 - As 5 mm dengan panjang 80 mm untuk gear reduksi sekunder
 - Bearing 605ZZ (4 buah)
 - Skrup 3/4" (8 buah) untuk gear filament puller
 - Skrup 1" (6 buah) untuk mengunci dudukan filament puller ke base kayu
 - Baut M3 16 mm (2 buah) untuk mengunci as gear reduksi sekunder
 - Selotip atau karet gelang untuk menjaga as filament puller agar tidak terlepas
-

VII. Unit Penggerak Utama

Bahan yang Dibutuhkan:

1. 3D Printed Part Unit Penggerak Utama
 2. Pulley 20T-W10 dengan Bore 5mm
 3. As berdiameter 5mm dengan panjang 80mm
 4. Baut M3 16mm (2 pcs)
 5. Baut M3 10mm (4 pcs)
 6. Spacer M3 (4 pcs)
 7. Mur M3 (1 pcs)
 8. Skrup 3/4" atau 1" (3 pcs)
 9. Stepper Motor NEMA 17
-

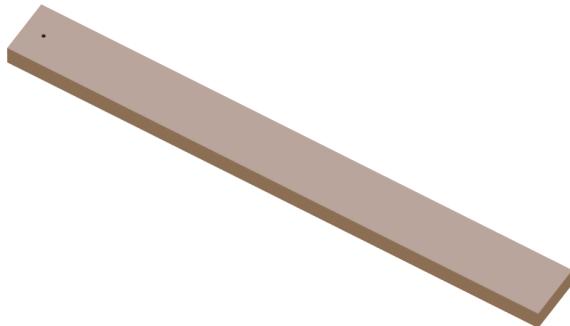
VIII. Elektronik

Bahan yang Dibutuhkan:

Lihat lebih detail disini [13DCreator Filament Maker](#)

No	Component	Priority	Qty	Additional
1	Node MCU Lolin ESP8266 V3	Required	1	0
2	Rotary Encoder	Required	1	0
3	Mosfet PWM 15A	Required	1	0
4	Fixed Step Down DC 3A 7V-28V TO 5V	Optional	1	0
5	A4988 DRIVER /DRV8825	Required	1	0
6	Thermistor NTC 3950 1% 100K	Required	1	0
7	Stepper Cable	Required	1	0
8	PCB 5X7CM MATRIK Double	Optional	1	0
9	Resistor 10k / 100k 10PCS	Required	1	0
10	Capasitor 100 µF, 35V	Required	1	1
11	Terminal PCB 2 PIN	Optional	1	1
12	Header Female Single 1X40 2.54MM	Optional	2	2
13	Header Male Single 1X40 2.54MM	Optional	1	2
14	Limit Switch/Micro Switch	Required	1	2
15	Choose One Cartridge Heater (Select based on PSU/Adapter)	Required		
	<i>Choose Cartridge Heater 12V</i>		0	0
	<i>Choose Cartridge Heater 24V</i>		1	0
16	Choose One PSU/Adapter	Required		
	<i>Choose PSU/Adapter 24V</i>		1	0
	<i>Choose PSU/Adapter 12V</i>		0	0

I. Base Kayu

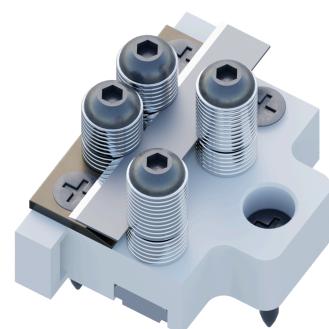


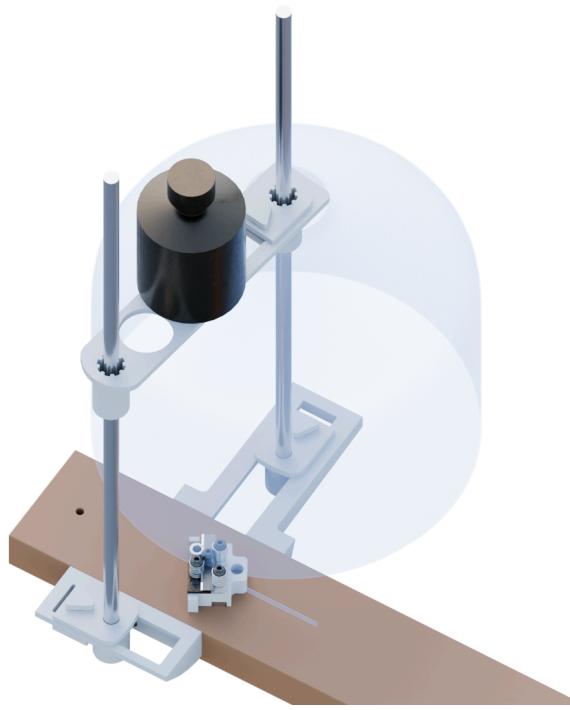
Gunakan base kayu dengan ukuran panjang 80 cm, lebar 8–9 cm, dan tinggi 2,5–3 cm. Kayu dipilih karena fleksibel untuk menempatkan berbagai komponen, mudah didapatkan, dan terjangkau.

Kayu yang digunakan harus cukup keras dan kuat untuk menahan komponen yang di pasang.

II. Cutter

Pemotong botol ini dirancang khusus untuk memotong botol PET menjadi strip PET yang dapat diolah lebih lanjut menjadi filament. Dengan pisau cutter kecil, alat ini mampu menghasilkan potongan yang cukup konsisten dan memotong botol PET hingga ketebalan 1mm.





Untuk memotong botol, diperlukan beberapa konfigurasi agar potongan tetap konsisten dan tidak terputus. Salah satu cara yang efektif adalah dengan menambahkan pemberat pada botol. Desain ini menggunakan dua tiang diameter **$\pm 10\text{mm}$** , di mana satu tiang diletakkan di tengah lubang botol, dan satu lagi di sisi lainnya. Dengan konfigurasi dua tiang ini, titik berat diarahkan ke area tertentu seperti berada di belakang cutter, memastikan tekanan yang cukup saat pemotongan berlangsung.

Anda bisa memanfaatkan alat-alat di sekitar, seperti tang, gunting, palu, atau benda lainnya sebagai pemberat untuk menambah stabilitas saat proses pemotongan.

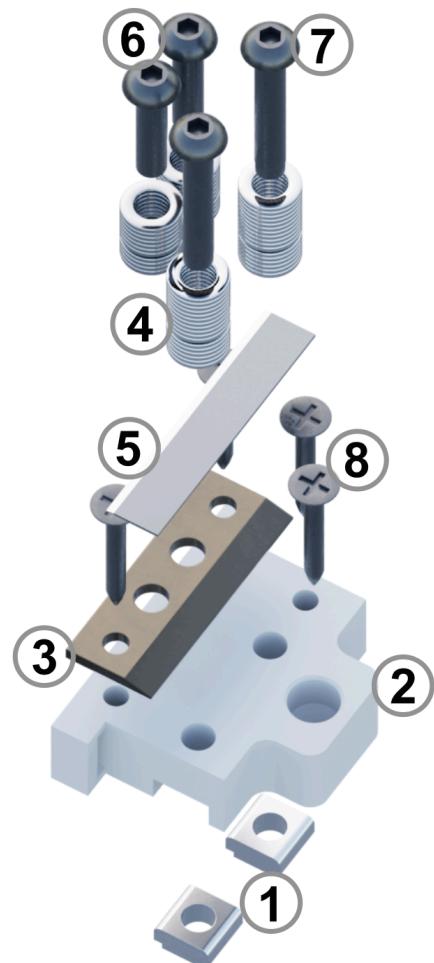
Langkah Pembuatan Lempengan Besi/Stainless:

1. Bor empat lubang dengan mata bor 4mm pada lempengan besi. Gunakan mall dari cetakan 3D printer untuk menandai lubang sebelum pengeboran agar lebih presisi.
2. Lakukan tap dengan ukuran M5 pada dua lubang di tengah lempengan. Jarak antara kedua lubang ini perlu diperhatikan untuk memastikan strip PET dapat masuk dengan presisi – jika jarak terlalu sempit, strip akan tersendat; jika terlalu lebar, potongan tidak akan akurat.
3. Bentuk kemiringan pada lempengan menggunakan gerinda untuk membuat ramp, sehingga strip dapat dipotong lebih lancar saat ditarik dan gesekan berkurang.

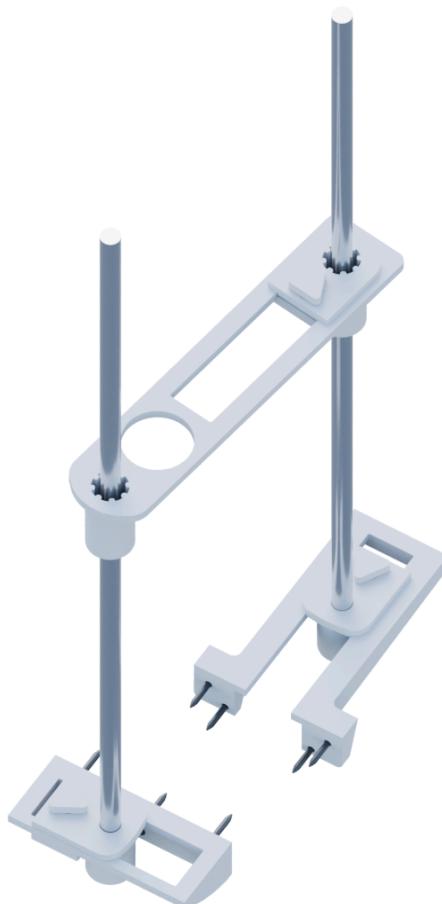


Keterangan:

1. **Sliding Nut:** Digunakan untuk mengunci ring/spacer dengan baut M5.
2. **Bagian 3D Printed:** Komponen ini berfungsi sebagai dasar untuk meletakkan komponen-komponen lain.
3. **Lempengan Besi/Stainless:** Digunakan sebagai dasar cutter yang ideal karena lebih tahan aus dibandingkan plastik. Lempengan ini adalah komponen custom yang perlu Anda buat sendiri.
4. **Ring/Spacer M5:** Berfungsi untuk mengunci cutter dan mengatur posisi serta stabilitasnya. Jumlah spacer dapat disesuaikan dengan kebutuhan lebar strip.
5. **Cutter:** Gunakan cutter berukuran kecil. Cutter ini diselipkan di antara segmen spacer untuk mengatur ketinggian dan lebar strip PET.
6. **Dua Baut M5 (16mm):** Dipasang pada lempengan besi untuk mengunci spacer.
7. **Dua Baut M5 (30mm):** Dipasangkan bersama sliding nut untuk mengunci spacer. Tempat untuk sliding nut telah disediakan pada bagian dasar (3D printed part).
8. **Skrup:** Tempatkan pemotong filament pada base kayu dan kunci dengan skrup.



III. Pemberat/Counterweight

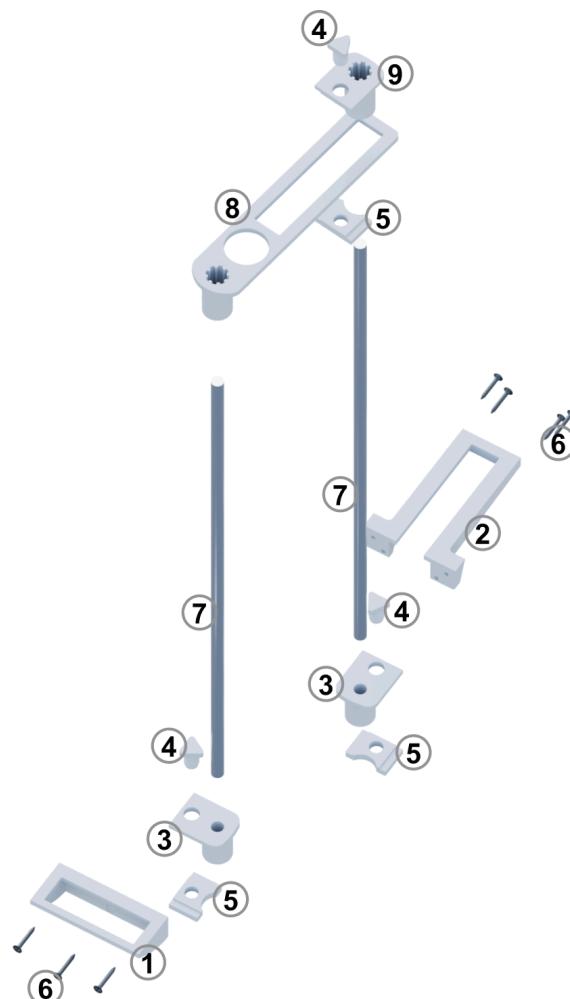


Bagian ini berfungsi sebagai pemberat botol agar botol tetap pada posisinya saat dipotong, mencegah gerakan ke atas yang dapat mengakibatkan potongan terputus.

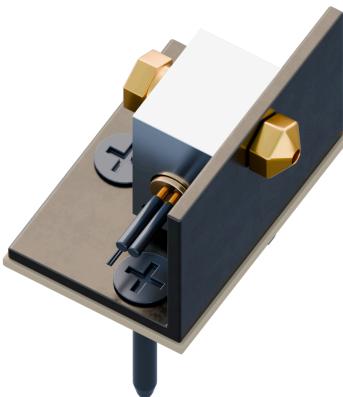
Komponen pemberat ini dipasang di samping cutter pada base kayu, dengan Base 1 diposisikan sekitar 20 cm ke arah belakang dari Base 2. Posisi ini memungkinkan pemberat untuk memberikan tekanan ke arah belakang, memastikan botol tetap pada posisinya untuk dipotong dengan stabil. Anda dapat menggunakan pemberat apa pun dengan penyesuaian berat sesuai kebutuhan botol atau ketebalan botol PET yang akan dipotong. Jika terlalu berat, botol bisa peyot; jika terlalu ringan, botol bisa terangkat, dan potongan terputus.

Keterangan :

1. **Base 1:** Komponen pemberat berbentuk melebar yang dipasang di pinggir base kayu dekat cutter. Bagian ini dilengkapi dengan rel untuk meletakan komponen lain agar posisinya dapat disesuaikan.
2. **Base 2:** Komponen pemberat berbentuk memanjang yang dipasang di sisi lain dari base kayu dekat cutter, juga dilengkapi rel.
3. **Dudukan As:** Tempat untuk meletakkan as berdiameter 10 mm yang terpasang pada rel di base dengan posisi yang dapat diatur.
4. **3D Printed Screw:** Komponen untuk mengunci dudukan as ke base.
5. **3D Printed Nut:** Bagian yang berfungsi bersama 3D printed screw untuk mengunci dudukan as pada posisinya.
6. **Skrup 1" atau 3/4":** Digunakan untuk memasang Base 1 dan Base 2 pada base kayu.
7. **As 10 mm:** Rel untuk dudukan pemberat dengan panjang sekitar 50 mm.
8. **Dudukan Pemberat:** Tempat untuk meletakkan pemberat yang dipasang pada as 10 mm.
9. **Pengatur Posisi Pemberat:** Bagian pada dudukan pemberat yang dapat diatur jaraknya agar sesuai dengan ukuran botol.



IV. Heater



Heater ini berfungsi untuk mengubah strip PET yang sudah dipotong oleh cutter menjadi filament dengan ukuran yang dapat diatur melalui nozzle. Meskipun mirip dengan heater pada 3D printer, alat ini tidak memerlukan pengaturan suhu yang sangat presisi seperti pada 3D printer.

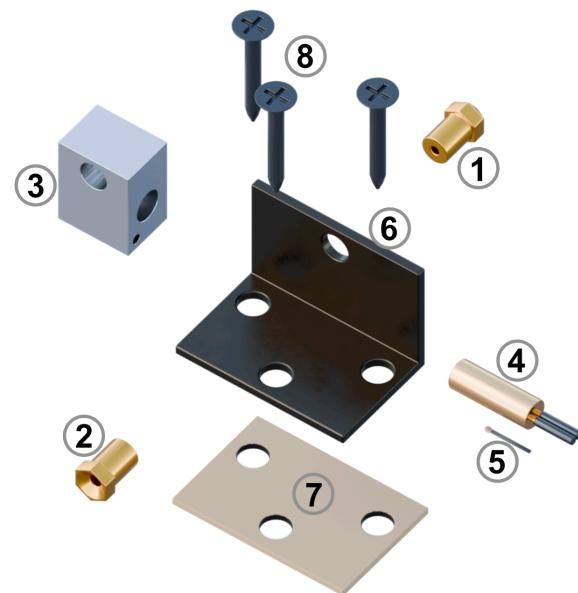
Untuk kemudahan pembuatan, heater ini dirancang menggunakan komponen yang umum dan mudah ditemukan di pasaran.

Rancangan ini menggunakan nozzle tipe V6, namun tipe nozzle lain juga dapat digunakan. Nozzle V6 memiliki drat yang panjang, sehingga dapat rapat jika dipasang 2 buah nozzle.

Keterangan:

1. Modifikasi Nozzle 1

Standar ukuran nozzle yang umum saat ini adalah 1.75 mm. Untuk itu, buat lubang dengan mata bor berdiameter 1.75 mm atau ukuran yang mendekati. Jika tidak ada mata bor 1.75 mm, bisa menggunakan ukuran 1.7 mm. Kita dapat melakukan kalibrasi flow ratio di slicer karena ukuran filament yang dihasilkan tidak konsisten 1.75.



2. Modifikasi Nozzle 2

Perbesar lubang nozzle menggunakan mata bor berukuran 2 mm, lalu buat chamfer pada ujung nozzle. Jika mata bor chamfer tidak tersedia, gunakan mata bor yang lebih besar. Langkah ini dilakukan untuk mempermudah pemasukan strip PET ke dalam nozzle.

3. Heater Block

Anda dapat menggunakan jenis heater block apa pun selama sesuai dengan dudukan besi siku dan memungkinkan kedua nozzle (nozzle 1 dan nozzle 2) untuk saling bertemu serta terkunci di dalam heater block.

4. Heater Tube

Pilih ukuran heater tube yang sesuai dengan heater block. Umumnya, menggunakan heater tube berdiameter 6 mm, dengan pilihan voltase 12V atau 24V, disesuaikan dengan spesifikasi dan power supply unit (PSU) yang Anda gunakan.

5. Thermistor NTC 100k

Thermistor yang digunakan adalah NTC 100k, yang umum dipakai pada printer 3D. Anda dapat memilih thermistor dalam bentuk kaca atau tube, disesuaikan dengan tipe heater block dan spesifikasi yang digunakan.

6. Dudukan Heater Block

- Dudukan heater block menggunakan besi/stainless siku berukuran panjang 40 mm, lebar 25 mm, dan ketebalan 2 mm.
- Buat tiga lubang pada dudukan menggunakan mata bor 4–6 mm untuk mengunci dudukan ke base kayu dengan skrup. Tambahkan satu lubang di sisi besi yang lain (usahakan berada di tengah) dengan mata bor 6 mm, pada ketinggian ±20 mm dari bawah ke pusat lubang. Lubang ini untuk mengunci heater block dengan nozzle.

7. Insulasi Panas

Gunakan bahan insulasi panas di antara dudukan besi siku dan base kayu untuk mencegah panas dari heater block menyebar langsung ke kayu. Ini bertujuan agar base kayu tetap awet dan tidak mudah retak atau pecah akibat paparan panas.

8. Skrup 1"

Gunakan tiga skrup berukuran 1" untuk mengunci dudukan besi siku ke base kayu. Pastikan posisi dudukan besi berada di tengah.

V. Pelurus Filament /Filament Straightener

Bagian ini berfungsi untuk menjaga agar filament tetap lurus saat ditarik dari heater.

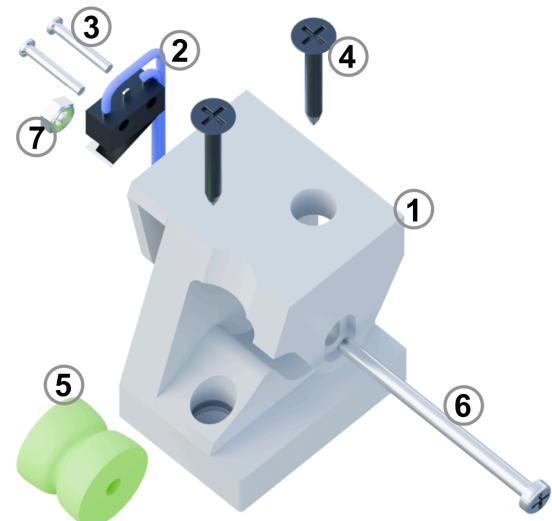
Selain itu, filament straightener dilengkapi dengan saklar (switch) pendekksi untuk mengetahui saat penarikan filament PET telah selesai. Ketika filament habis atau tidak lagi tertarik, switch akan memberikan sinyal untuk menghentikan putaran stepper motor secara otomatis. Hal ini mencegah agar filament yang telah tergulung pada roll tidak menjadi berantakan atau terselip di gear penggerak roll, yang dapat menyebabkan kerusakan filament. Switch ini hanya mengontrol stepper motor dan tidak mempengaruhi heater, sehingga heater akan tetap menyala selama proses berlangsung dan telah selesai.



Cara kerja switch ini adalah dengan mendekksi adanya filament yang masuk melalui roller U. Saat tidak ada tekanan dari roller U, switch dalam kondisi mati (NC). Namun, ketika roller U ditekan ke atas (yaitu saat filament masuk melalui bagian bawah roller U), switch akan ditekan ke atas oleh as baut M3 45mm yang terhubung dengan roller U.

Keterangan :
1. Base 3D Printed Part untuk Pelurus Filament

Base dapat dicetak tanpa support, tetapi pastikan untuk memperhatikan overhang dengan hati-hati. Posisikan area overhang sehingga dapat dijangkau dengan baik oleh pendingin 3D printer.


2. Micro Switch + Kabel ±80 cm

Solder kabel pada posisi NC (normally closed) pada switch. Kabel ini akan terhubung ke Pin D8 dan Pin 3V pada ESP8266. Sesuaikan panjang kabel untuk pengaturan manajemen kabel yang rapi.

3. Baut 2x8mm (2 pcs)

Gunakan baut ini untuk memasang switch pada base 3D printed. Pastikan switch diposisikan sedemikian rupa agar logam switch dapat ditekan oleh as baut M3 45mm yang terhubung dengan roller U pelurus filament.

4. Skrup 3/4" atau 1" (2 pcs)

Gunakan skrup ini untuk mengunci base 3D printed ke base kayu. Pastikan base posisinya lurus terhadap heater dan jarak antara pelurus filament dan nozzle heater sekitar **11 cm**, sehingga filament memiliki waktu untuk mendingin sebelum masuk ke roll penarik.

5. 3D Printed Roller U Pelurus Filament

- Tersedia dua versi roller U pelurus filament:
 - Roll U Sempit: Disesuaikan dengan diameter filament untuk presisi yang ketat. Cetak dengan support.
 - Roll U Lebar: Memiliki ukuran U yang lebih besar dan dapat dicetak tanpa support.

- Roller U yang lebih kecil mengurangi tekanan untuk menghindari filament gepeng, terutama pada botol PET yang tipis. Roller U yang lebih lebar dapat digunakan pada botol PET yang lebih tebal.

6. Baut M3 45mm (1 pcs)

Baut ini digunakan sebagai as pada roller U pelurus filament.

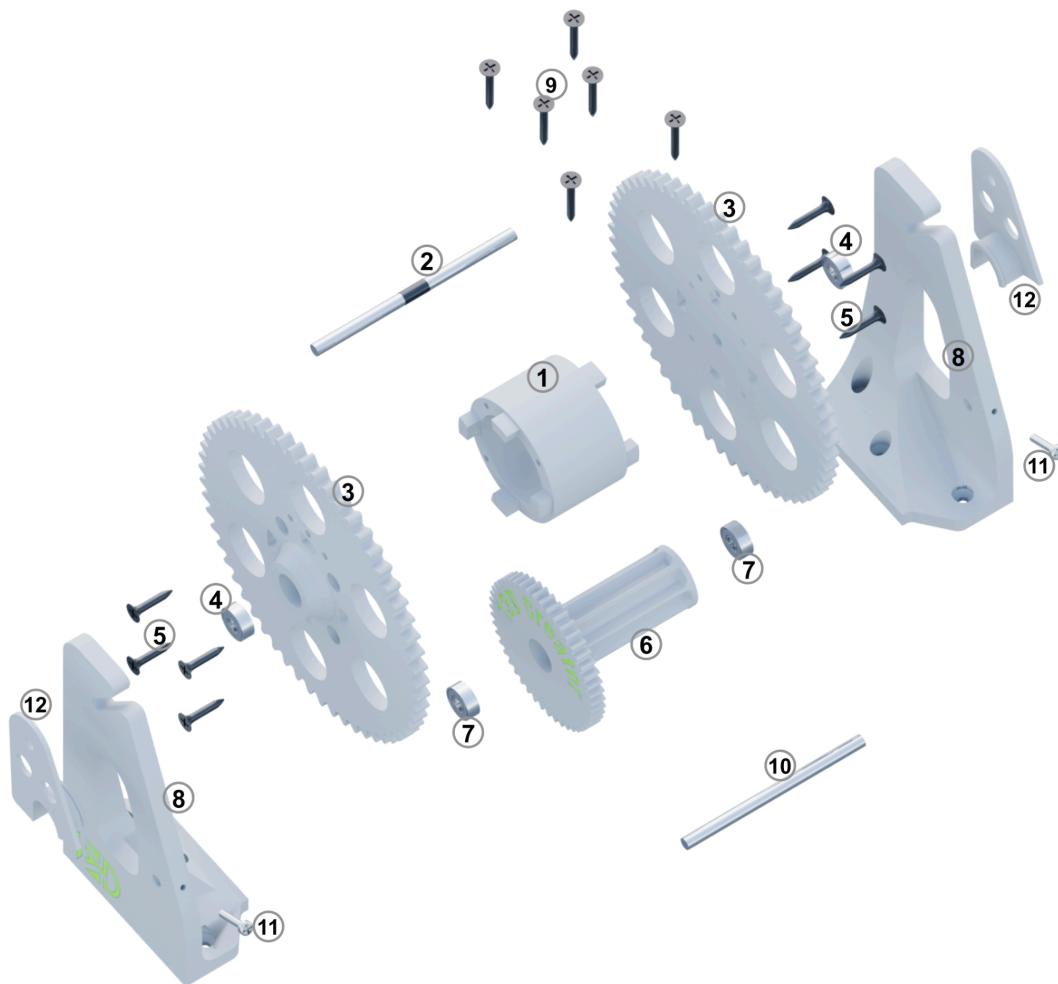
7. Mur Nylon/Lock Nut M3 (1 pcs)

Lock nut ini digunakan untuk mengunci baut M3 45mm. Pastikan mur dikencangkan namun tetap cukup longgar agar roller U dapat bergerak naik-turun untuk menekan atau melepas switch.

VI. Penarik Filament/Filament Puller



Filament Puller berfungsi untuk menarik filament dari heater. Bagian ini terdiri dari dua roda berpinggiran gear, yang bekerja sama untuk menarik filament PET. Roda-roda ini digerakkan oleh stepper motor melalui sistem rasio roda gigi (gear ratio) untuk meningkatkan torsi.



Keterangan:

Komponen Gear/Roller Penarik Filament (1, 2, 3, 4, 5, dan 12):

- Liliti as (nomor 2) dengan selotip atau karet gelang agar as tidak terlepas dari filament puller saat sudah dipasang.
- Pasang bearing (nomor 4) ke kedua gear yang sudah disiapkan untuk pemasangan bearing.
- Masukkan as (nomor 2) ke bagian tengah gear (nomor 1). Pasang kedua gear ke bagian tengah gear bersama dengan as, sesuaikan lubang pada gear dengan tonjolan pada bagian tengah, serta pastikan as masuk ke kedua gear.
- Kunci gear dengan 8 sekrup 3/4" (nomor 5) menggunakan screwdriver manual untuk mencegah kerusakan komponen cetak 3D akibat penggunaan cordless screwdriver yang terlalu cepat dan kuat.

- Komponen Pengunci Filament Puller (nomor 12) berfungsi untuk menjaga agar filament puller tetap terkunci dengan mengamankan posisi as melalui pengunci ini. Pengunci dipasangkan pada as dan direkatkan ke dudukan filament puller. Untuk melepasnya, tekan salah satu as pada pengunci yang ingin dilepas, lalu congkel pengunci dari atas; ulangi langkah ini pada sisi lainnya. Komponen ini biasanya tidak diperlukan, tetapi dapat dipasang jika kekuatan tarikan dari filament puller belum cukup untuk menguncinya.

Komponen Gear Reduksi Sekunder (6, 7, dan 10):

- Pasang kedua *bearing* (nomor 7) ke *gear reduksi sekunder* (nomor 6) yang telah disediakan tempat untuk *bearing* tersebut.
- Tempatkan as (nomor 11) pada *gear reduksi sekunder* dan pasang pada dudukan *gear* (nomor 9) setelah dudukan terpasang.

Dudukan *Filament Puller* (8, 9, dan 11):

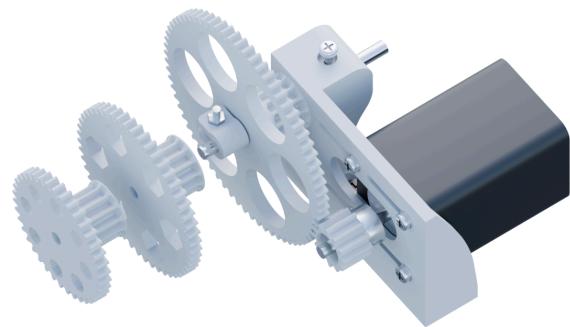
- Buat ulir pada lubang pengunci as *gear reduksi sekunder* menggunakan tap M3. Anda dapat melakukannya secara manual atau menggunakan mesin.
- Tempatkan kedua dudukan *puller* (nomor 8) pada base kayu, posisikan di tengah base kayu dengan jarak $\pm 2,5$ cm dari Pelurus Filament.
- Kunci dengan sekrup 1" menggunakan *cordless screwdriver*. Pemasangan dudukan harus teliti agar hasilnya rapi dan lurus.
- Baut M3 16 mm digunakan untuk mengunci as *gear reduksi sekunder* nanti.

Memasang Gear Reduksi Sekunder:

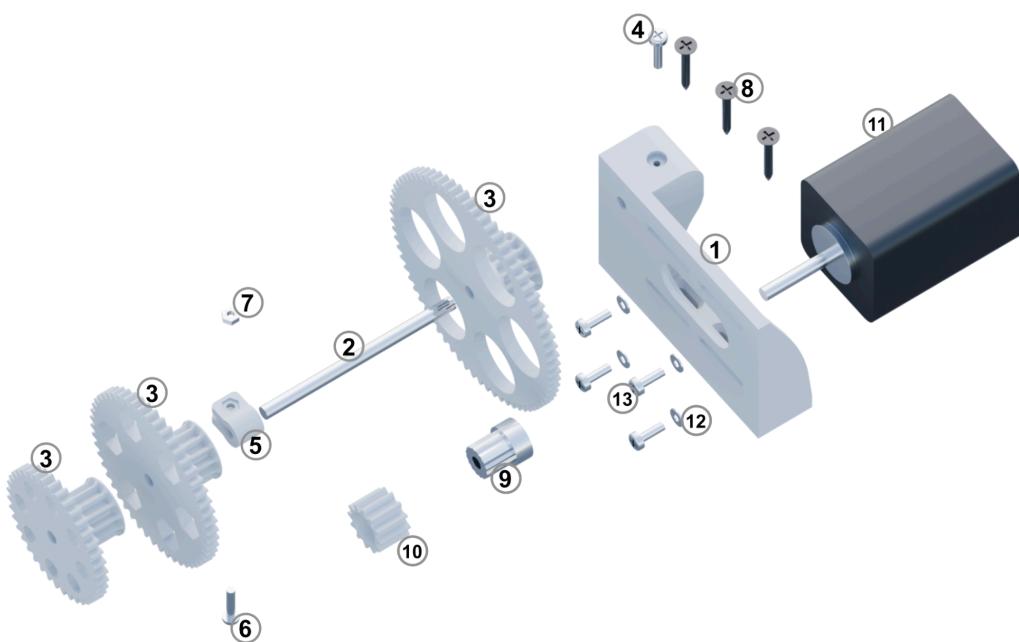
- Amati dudukan *filament puller* dan cari lubang ± 5 mm untuk as pada dudukan.
- Posisikan base kayu dengan bagian cutter, heater, dan pelurus filament di sebelah kiri, lalu pasang *gear reduksi sekunder* yang telah dipasang *bearing* ke dalam dudukan filament. Pastikan *gear* berada di sisi terdekat Anda.
- Masukkan as (nomor 10) melalui dudukan *filament puller*, melewati *gear reduksi sekunder*, hingga tembus ke sisi dudukan lainnya.
- Kunci dengan Baut M3 16 mm menggunakan *screwdriver* pada lubang yang sudah di-tap M3.
- Coba masukkan *gear/roller filament puller* ke bagian cekungan panjang dengan lebar ± 5 mm di atas dudukan. Saat *filament puller* menarik filament, tekanan tarikannya akan membuatnya terkunci lebih kuat secara otomatis.

VII. Unit Penggerak Utama

Komponen ini memuat stepper motor dan primary reduction gear untuk menggerakkan sistem penarikan filament. Unit ini terdiri dari dudukan stepper 3D printed yang terpasang pada base kayu dan stepper motor yang dipasang pada dudukan menggunakan 4 baut M3 10mm dan spacer M3. Primary reduction gear terpasang pada dudukan 3D printed menggunakan as berdiameter 5mm dan panjang sekitar 80mm, berfungsi sebagai tahap reduksi awal untuk meningkatkan torsi dan menyalurkan daya dari stepper motor. Output dari primary reduction gear ini terhubung dengan secondary reduction gear yang terletak di bagian filament puller, memberikan rasio pengurangan tambahan untuk meningkatkan torsi.



Tersedia tiga ukuran primary gear yang dapat dipilih. Semakin besar dan banyak input gear yang terhubung dengan gear stepper motor, semakin besar torsi yang dihasilkan; namun, ini juga akan memperlambat putaran.



Keterangan:**1. 3D Printed Dudukan Stepper Motor (1)**

Bagian ini harus dipasang presisi ke base kayu agar output gear (primary gear kecil) terhubung dengan input secondary gear (primary gear besar) pada jarak yang tepat, sehingga tidak terlalu menempel maupun terlalu jauh.

Pemasangan primary dan secondary gear ini memang tricky; jika terlalu jauh, gear bisa slip, dan jika terlalu dekat, akan terjadi gesekan berlebih yang mempengaruhi performa. Untuk pemasangan awal, dudukan ini di-skrup ke base kayu setelah primary gear dipasang pada dudukan stepper motor.

2. Bagian Primary Reduction Gear (2, 3, 4, 5, 6, dan 7)

- Siapkan as 5mm dan potong sepanjang 80mm.
- Pilih salah satu dari tiga ukuran primary reduction gear. Semakin besar input gear yang terhubung ke gear stepper motor, semakin besar torsinya, tetapi kecepatan putaran akan berkurang.
- Tap bagian lubang pengunci untuk as 5mm pada dudukan 3D printed stepper motor menggunakan tap M3.
- Masukkan as 5mm ke dalam lubang 5mm pada dudukan stepper motor, dan kunci dengan baut M3 16mm.
- Pasang primary reduction gear ke as 5mm dengan gear yang lebih kecil dimasukkan terlebih dahulu, kemudian kunci menggunakan 3D printed pengunci primary reduction gear dan kencangkan dengan M3 16mm serta mur M3.

3. Memasang Dudukan Stepper Motor dengan Skrup (8)

- Posisi dudukan stepper motor yang sudah terpasang primary reduction gear ke base kayu. Pastikan primary reduction gear (bagian yang kecil) terhubung dengan secondary reduction gear (bagian yang besar) yang ada pada dudukan filament puller.
- Sesuaikan jarak primary dan secondary gear agar tidak terlalu ketat atau terlalu longgar, dan putar gear dengan tangan untuk memastikan putarannya lancar.

- Tandai dengan marker sebelum pemasangan skrup untuk memastikan posisi tidak melenceng. Kunci dudukan stepper motor dengan skrup 1" atau 3/4".
- Lubang skrup pada dudukan 3D printed dibuat memanjang agar dapat disesuaikan jaraknya antara primary dan secondary gear.

4. Gear Stepper Motor (9 dan 10)

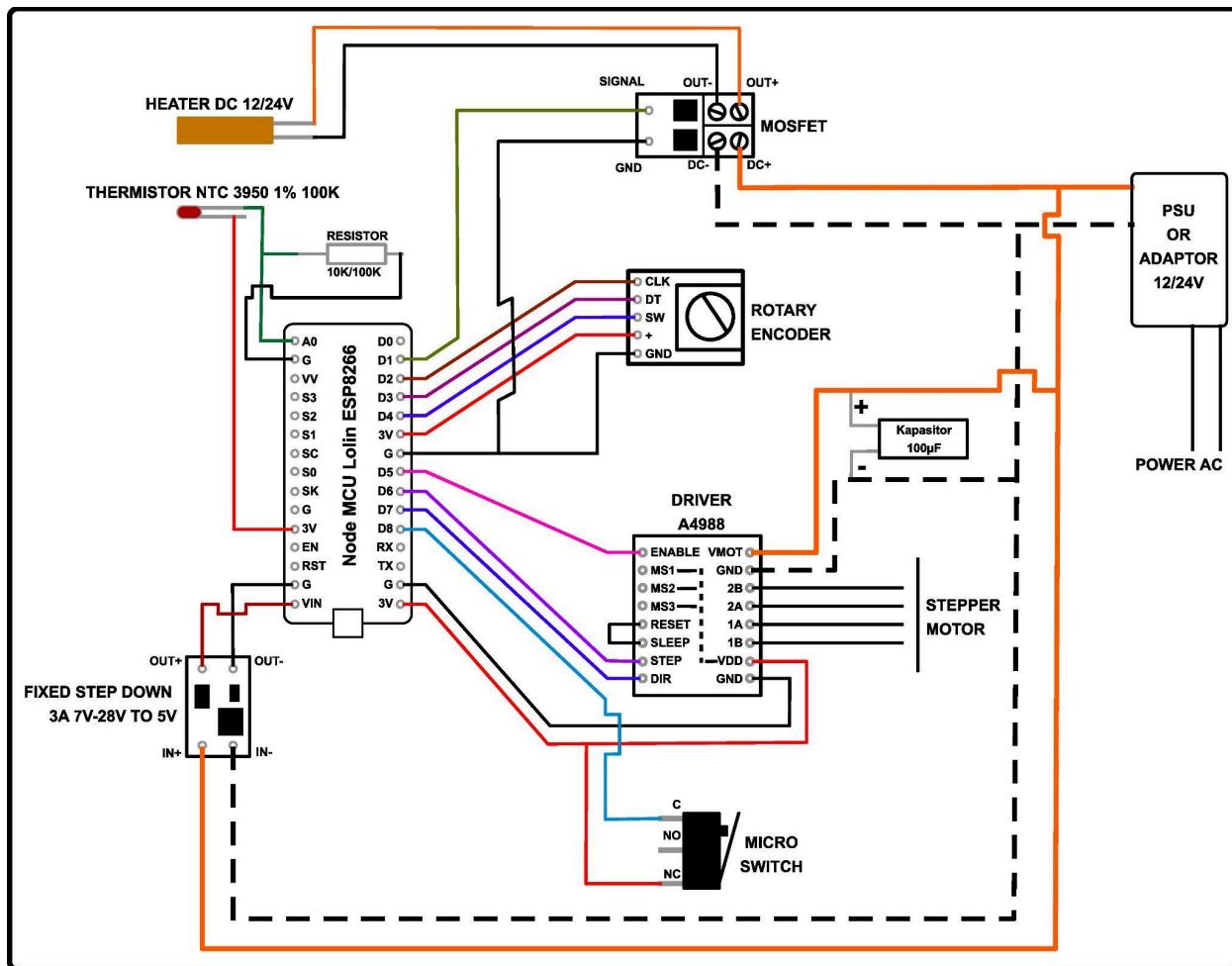
- Siapkan Pulley 20T-W10 dengan Bore 5mm, dan lepaskan pengunci pulley yang berbentuk cincin pada bagian luar gear, misalnya menggunakan tracker atau alat yang memungkinkan.
- Panaskan solder, lalu masukkan bagian gear pulley ke dalam 3D printed gear pulley dan tekan pulley (bukan bagian 3D printed) menggunakan solder seperti saat memasukkan insert pada part 3D printed.

5. Memasang Stepper Motor (11, 12, dan 13)

- Pasang stepper motor pada dudukan 3D printed stepper motor.
- Pasang 4 baut M3 10mm dan spacer M3 untuk mengunci stepper motor ke dudukan 3D printed part; jangan dikencangkan dulu.
- Pasang pulley yang sudah digabungkan dengan 3D printed gear pulley pada as stepper motor dan sesuaikan posisinya agar pas dengan primary gear yang besar.
- Geser stepper motor hingga gear pada motor bertemu dengan primary gear yang besar, dan pastikan posisinya tidak terlalu ketat atau longgar. Putar untuk memeriksa kelancaran putaran.
- Kencangkan stepper motor dengan baut M3 10mm yang sudah terpasang sebelumnya.

VIII. Elektronik

Berikut adalah skematik koneksi antara hardware. Anda dapat mengelola koneksi kabel sesuai kebutuhan, atau menggunakan PCB dot matrix untuk manajemen yang lebih rapi dan terorganisir. Koneksi antar kabel dapat dilakukan dengan solder langsung atau menggunakan teknik lain seperti kabel Dupont atau metode lainnya.



Keterangan:

"Pin MS1, MS2, dan MS3 pada driver stepper berfungsi untuk mengontrol microstepping. Anda dapat membiarkannya tidak terhubung atau mengaturnya sesuai kebutuhan microstepping Anda."

1. PSU

Bisa menggunakan PSU/Adaptor 12V atau 24V, bahkan adapter laptop, namun perlu memperhatikan kapasitas ampere pada PSU. Disarankan menggunakan PSU dengan kapasitas minimal 5 ampere untuk 12V dan 2.5–3 ampere untuk 24V. Hal ini penting karena heater biasanya memiliki daya yang cukup besar, setidaknya 40W, ditambah dengan kebutuhan daya untuk menggerakkan stepper motor. Pastikan juga untuk menyesuaikan PSU dengan spesifikasi heater yang digunakan.

2. Node MCU Lolin ESP8266 V3

Node MCU Lolin ESP8266 V3 merupakan main board untuk mengontrol hardware yang digunakan. Board ini memiliki harga terjangkau, ukuran kompak, dan mudah diprogram.

Kelebihannya adalah memiliki port yang cukup banyak, konektivitas Wi-Fi, dukungan komunitas yang luas, dan kompatibilitas dengan berbagai sensor serta modul. Anda mungkin bisa menggunakan board lain, tapi perlu menyesuaikan konektivitas dan kodennya jika ada yang berbeda.

3. Fixed Step Down DC 3A 7V-28V TO 5V

Modul ini merupakan konverter DC-DC yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari rentang 7V hingga 28V ke 5V, ideal untuk memberi daya pada ESP8266 atau perangkat elektronik lainnya. Dengan modul ini, tidak perlu lagi mengatur output karena sudah fix 5V, sehingga lebih mudah untuk memberi daya pada board. Modul ini juga memiliki input dengan rentang yang lebar, yaitu antara 7V hingga 28V.

4. MOSFET PWM 15A 400W 5V-36V

Modul ini digunakan sebagai pengendali daya heater dengan sinyal PWM. Spesifikasinya sudah cukup untuk mengontrol heater dari main board.

5. Rotary Encoder

Modul ini digunakan untuk mengendalikan kecepatan dan arah putaran dari stepper motor. Selain itu, tombol pada modul ini juga berfungsi untuk mereset posisi stepper. Rotary Encoder memiliki fitur yang cocok untuk proyek ini dibandingkan dengan potensiometer.

6. Driver Stepper motor A4988

Driver Stepper Motor A4988 adalah modul penggerak stepper yang umum digunakan dan memiliki harga yang terjangkau, kemudahan penggunaan, serta ketersediaannya yang luas. Driver ini mendukung berbagai jenis stepper motor dengan tegangan 8V hingga 35V. A4988 memiliki fitur kontrol mikrostepping yang memungkinkan pengendalian posisi motor dengan presisi yang lebih tinggi. *Namun, untuk proyek ini, presisi tinggi tidak diperlukan, sehingga fitur ini dapat digunakan atau diabaikan sesuai kebutuhan.*

7. Micro Switch

Limit switch ini dipasang pada bagian pelurus filament (filament straightener). Ukurannya serupa dengan switch yang biasa digunakan pada sistem RepRap (sekitar 12.8x5.8x6.5 mm), sehingga mudah ditemukan atau dicopot dari perangkat RepRap atau switch serupa lainnya. Ukuran switch ini sangat penting untuk memastikan kecocokan dengan dudukan yang sudah ada pada bagian 3D printed. Pastikan untuk menggunakan microswitch dengan actuator yang lurus, tanpa lekukan atau roda.

Switch ini berfungsi sebagai sensor untuk mendeteksi filament yang ditarik oleh filament puller. Menggunakan tipe NC (Normally Closed), switch ini terhubung ke pin D8 dan 3V pada board ESP.

8. Heater DC 12V/24V

Heater dapat menggunakan 12V atau 24V, tergantung pada PSU (Power Supply Unit) yang digunakan. Heater terhubung ke MOSFET yang berfungsi untuk mengendalikan daya yang diterima. Heater ini akan memanaskan heated block, yang bekerja bersama thermistor untuk mengontrol suhu. Dengan sistem pengendalian suhu ini, suhu pada heated block dapat dipertahankan pada level yang sesuai untuk proses pembuatan filament PET.

9. Thermistor NTC 3950 1% 100K

Thermistor ini digunakan karena mudah didapat, harga terjangkau, dan kompatibilitasnya dengan board ESP. Thermistor ini sudah cukup untuk mengendalikan suhu dalam proses pembuatan filament PET dari botol bekas. Kelebihan thermistor ini adalah kemampuannya memberikan pembacaan suhu yang stabil dan konsisten, serta biaya yang relatif rendah.

10. Resistor

Pada rangkaian ini, resistor digunakan untuk membentuk pembagi tegangan bersama dengan thermistor. Resistor ini diperlukan untuk mengubah perubahan resistansi thermistor yang

tergantung pada suhu menjadi perubahan tegangan yang dapat dibaca oleh board ESP. Jenis resistor yang digunakan biasanya adalah resistor dengan nilai tetap, yang dipilih berdasarkan karakteristik thermistor yang digunakan.

Untuk thermistor NTC 3950 100K, umumnya digunakan resistor 100K ohm untuk membentuk pembagi tegangan yang optimal. Namun, resistor dengan nilai lain, seperti 10K ohm, juga bisa digunakan, tetapi kode (perhitungan atau pemrograman) harus disesuaikan.

Resistor ini membantu memastikan bahwa pembacaan suhu yang diterima oleh board ESP tetap dalam rentang yang dapat dibaca dengan presisi oleh ADC.

11. Kapasitor

Pada driver A4988, bagian VMOT dan GND dipasang kapasitor untuk meningkatkan kestabilan dan mencegah gangguan atau kerusakan pada sistem.

Fungsi kapasitor:

- Stabilkan tegangan: Kapasitor membantu menyaring fluktuasi tegangan pada sumber daya motor (VMOT), yang dapat terjadi ketika motor bergerak atau ada perubahan beban.
- Mencegah lonjakan tegangan: Kapasitor juga berfungsi untuk menahan lonjakan tegangan (spikes) yang dapat merusak komponen pada driver.
- Mengurangi noise: Kapasitor dapat mengurangi noise elektromagnetik yang dihasilkan oleh motor stepper, yang bisa mengganggu sirkuit kontrol atau perangkat lain.

Jenis kapasitor yang digunakan:

- Kapasitor elektrolit: Biasanya kapasitor dengan nilai 100 μF , 35V. Kapasitor ini dipasang di antara pin VMOT dan GND untuk menyaring fluktuasi tegangan DC.

IX. Kode Projek dan Instalasi

1. Kode Projek dapat di lihat di page github.

2. Instalasi

Untuk mengupload kode Arduino ke board (dalam hal ini menggunakan NodeMCU ESP8266), berikut adalah langkah-langkahnya:

1. Instalasi Software Arduino IDE:

- Unduh dan instal Arduino IDE: Kunjungi situs resmi Arduino (<https://www.arduino.cc/en/software>) dan unduh versi terbaru atau versi yang anda inginkan dari Arduino IDE.
- Buka Arduino IDE setelah diinstal.

2. Tambahkan Board ESP8266 ke Arduino IDE:

- Buka Arduino IDE dan pergi ke File > Preferences.
- Di bagian "Additional Board Manager URLs", tambahkan URL berikut:

https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

- Klik OK.
- Kemudian, pergi ke Tools > Board > Board Manager. Cari "esp8266" dan pilih Install untuk menginstal dukungan board ESP8266.

3. Pilih Board dan Port yang Tepat:

- Pilih NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) di Tools > Board.
- Pilih port yang sesuai di Tools > Port (biasanya akan muncul setelah board Anda terhubung ke komputer).

4. Instalasi Library yang Diperlukan:

1. **ESP8266WiFi.h** - Sudah otomatis terinstal.
2. **ESPAsyncWebServer.h** - Instal secara manual via Library Manager.
3. **ESPAsyncTCP.h** - Instal secara manual via Library Manager.
4. **Encoder.h** - Instal secara manual via Library Manager.
5. **AccelStepper.h** - Instal secara manual via Library Manager.
6. **PID_v1.h** - Instal secara manual melalui Library Manager. Jika library tidak ditemukan di Library Manager, Anda dapat mengunduhnya langsung dari halaman GitHub PID_v1 dan menginstalnya secara manual. Berikut langkah-langkahnya:

- Kunjungi <https://github.com/br3ttb/Arduino-PID-Library>
- Klik tombol **Code** dan pilih **Download ZIP**.
- Di Arduino IDE, buka **Sketch → Include Library → Add .ZIP Library** dan pilih file ZIP yang telah diunduh.
- Library akan terinstal dan siap digunakan.

7. **FS.h** - Sudah otomatis terinstal.
8. **Ticker.h** - Instal secara manual via Library Manager.

5. Buka Kode Program:

Buka file projek atau salin dan tempel kode ke dalam jendela Arduino IDE.

6. Upload Kode ke Board:

Setelah semuanya siap, klik tombol **Upload** di Arduino IDE untuk mengupload kode ke board NodeMCU Anda.

X. Petunjuk Penggunaan

Catatan:

- *Pastikan switch atau pin D8 berada dalam kondisi NO (Normally Open) saat proses booting. Jika switch sudah terpasang, tekan switch atau tekan roller U pada Pelurus Filament ke atas agar statusnya berada di posisi NO.*
- *Pastikan anda menutup web interface dan memutus koneksi wifi saat proses pembuatan filament berlangsung atau setelah anda mengatur pengaturan di web interface karena akan mengganggu putaran stepper motor. Hal ini adalah masalah yang belum saya temukan solusinya.*

Setelah semua komponen terpasang dan perangkat berhasil booting, tekan switch dengan menekan ke atas roller U pada pelurus filament, lalu putar Rotary Encoder. Jika Stepper motor berputar, maka sistem telah berhasil berfungsi.

Cara Mengakses Web Interface Untuk Mengatur Suhu pada ESP8266

1. Hubungkan ke Jaringan WiFi ESP8266:

Alamat Wifi akan muncul dengan SSID : “13DC” (tanpa tanda kutip) dan Password : “13dcreator” (tanpa tanda kutip).

2. Temukan Alamat IP ESP8266:

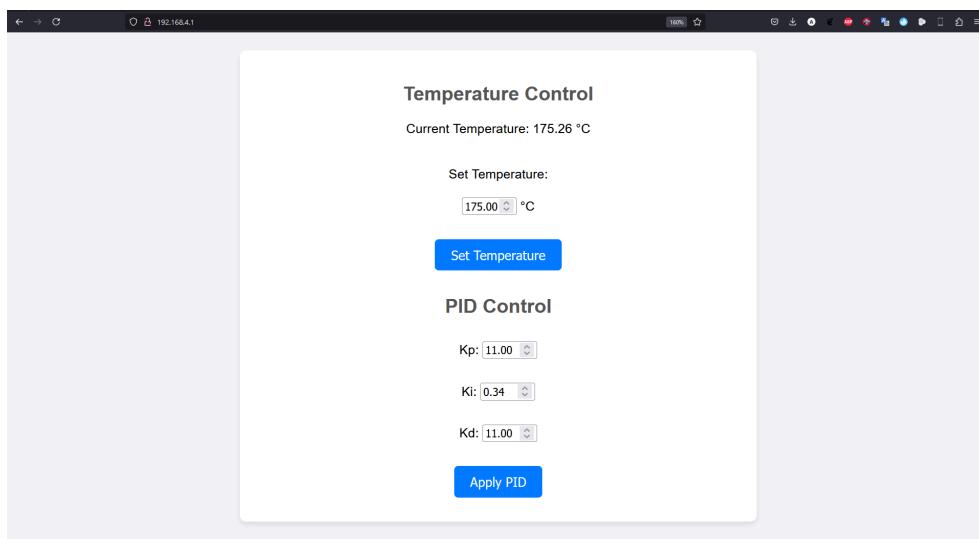
- Setelah ESP8266 terhubung ke jaringan, Anda perlu mengetahui alamat IP-nya.
- Biasanya adalah **192.168.4.1**.

3. Buka Browser Web:

- Buka browser web di perangkat Anda (Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari, dll.).
- Ketikkan alamat IP ESP8266 pada kolom URL browser dan tekan Enter. Sebagai contoh: <http://192.168.4.1> atau langsung 192.168.4.1

4. Akses Web Interface:

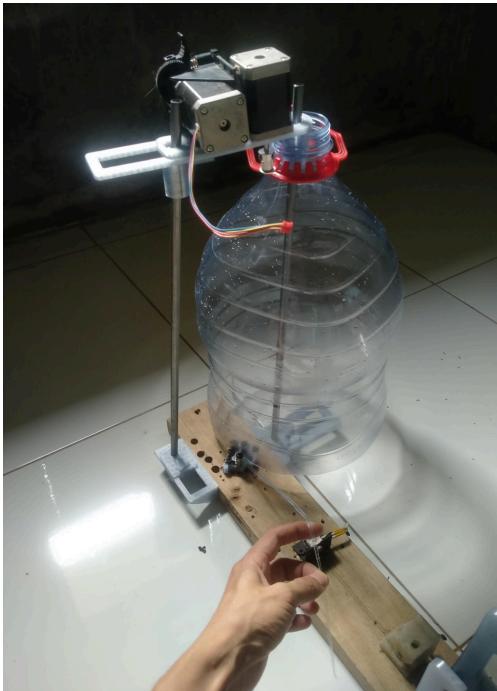
- Setelah mengetikkan alamat IP yang benar, Anda seharusnya melihat tampilan web interface dari ESP8266.
- Anda akan menemukan pengaturan untuk mengontrol suhu dan PID suhu.

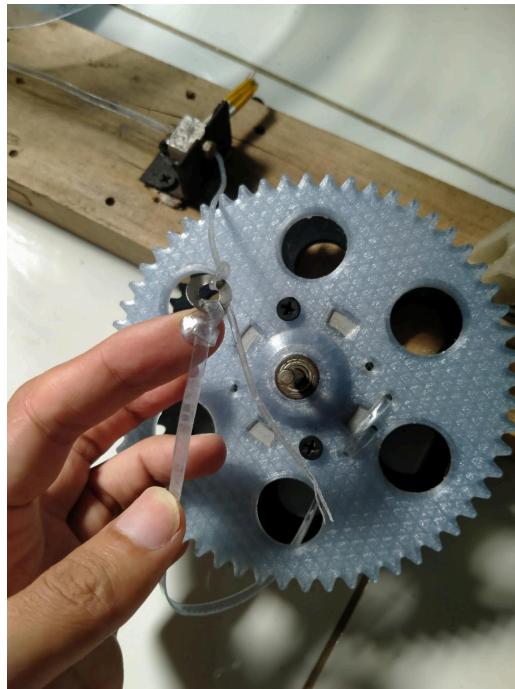


- Setel suhu pada 175°C. Anda juga dapat mengatur parameter PID, namun langkah ini dapat diabaikan jika tidak diperlukan.

Instruksi menggunakan PET Filament Maker

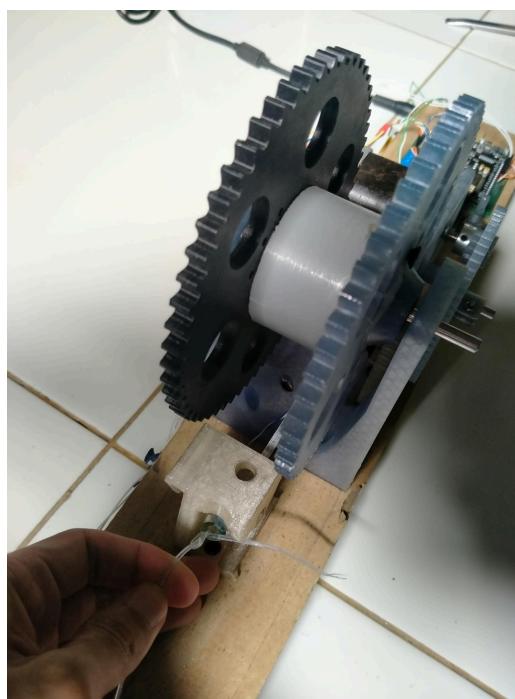
Langkah pertama, periksa ketebalan botol PET yang akan diproses, karena ketebalan botol akan sangat memengaruhi pengaturan cutter untuk menentukan lebar strip. Proses ini bersifat eksperimental, sehingga perlu Anda uji sendiri. Sebagai contoh, botol yang digunakan di sini menghasilkan strip dengan lebar sekitar 3–3.3 mm.

1. Proses Pelurusan		<p>Botol PET dengan permukaan yang tidak rata perlu diluruskan dengan cara memanaskan permukaannya sambil memutar botol tersebut. Proses pemanasan ini dapat dilakukan menggunakan blower, heat gun, atau di atas kompor. Pemanasan ini bertujuan untuk mengurangi lekukan pada permukaan, sehingga botol menjadi lebih rata dan mudah dipotong.</p> <p>Namun, beberapa botol PET memiliki permukaan yang sudah cukup rata sehingga tidak memerlukan proses pelurusan, seperti contoh botol PET di samping.</p> <p>Pastikan bagian bawah botol dipotong sebagai persiapan untuk proses selanjutnya.</p>
2. Pemotongan Botol		<p>Gunting bagian bawah botol sepanjang 20-30 cm, membentuk strip yang ukurannya sesuai untuk dimasukkan ke dalam cutter. Setelah itu, masukkan strip yang telah dipotong ke dalam cutter, lalu tarik hingga mencapai bagian yang belum tergunting.</p> <p>Tambahkan pemberat seperti pada gambar di samping, menggunakan pemberat apa pun yang tersedia. Pastikan beratnya cukup agar botol tidak penyok atau botol bisa terangkat saat proses cutting, jika pemberat terlalu ringan.</p>

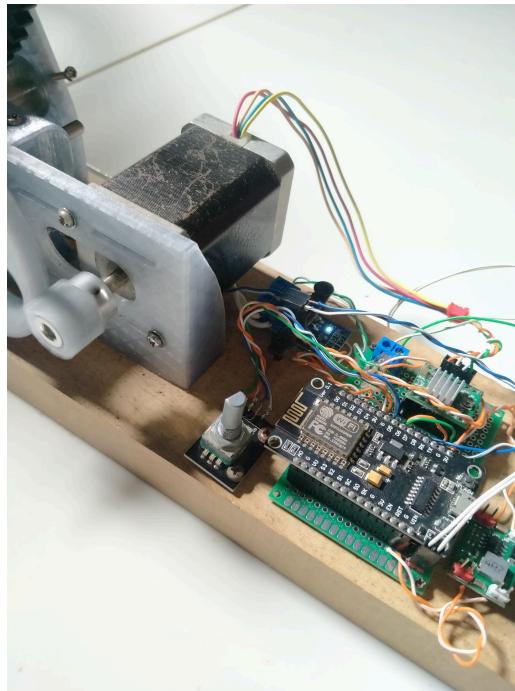
3. Pengolahan Strip dengan Nozzle


Masukkan strip botol ke dalam nozzle heater, lalu tarik hingga mencapai panjang sekitar 20-30 cm menggunakan tang atau alat serupa. Siapkan Roll/Gear Filament Puller, dan perhatikan bahwa di bagian pinggir gear terdapat tiga lubang kecil. Anda dapat memasukkan PET filament dari output nozzle ke dalam ketiga lubang tersebut untuk mengunci filament saat digulung.

Alternatifnya, Anda dapat membuat extender dari tali atau bahan lain yang dapat dimasukkan ke ketiga lubang di roller/gear. Pada ujung extender, pasang spacer atau ring untuk memudahkan pengaitannya dengan output filament PET dari nozzle, seperti terlihat pada gambar di samping.

4. Pemasangan Roll/Gear dan Filament Straightener


Masukkan roll/gear filament ke dalam dudukan filament puller. Kemudian, masukkan filament yang sudah dikaitkan ke roller ke dalam filament straightener dari samping, agar filament tetap lurus saat ditarik dari nozzle. Selain itu, filament straightener dilengkapi dengan switch yang berfungsi untuk mendeteksi jika proses pembuatan filament sudah selesai.

5. Pengoperasian Encoder dan Filament Puller


Setelah semuanya siap, putar encoder. Hal ini akan memutar stepper motor sehingga roller filament dapat menggulung filament PET secara otomatis. Anda dapat memutar stepper motor bolak-balik dengan menyesuaikan putaran encoder ke arah kanan dan kiri. Pastikan roller menggulung filament dari arah bawah roller. Proses ini akan secara otomatis memotong botol PET menjadi strip, memanaskan strip dengan nozzle untuk membentuknya menjadi filament berbentuk bulat, dan kemudian menggulungnya menggunakan filament puller.

Kecepatan putaran untuk menarik filament bersifat eksperimental dan perlu Anda uji sendiri. Berdasarkan pengalaman, semakin tinggi kecepatan, kualitas hasil cenderung menurun. Untuk hasil yang lebih baik dan aman, disarankan menggunakan kecepatan rendah.

6.Pemeriksaan Diameter Filament


Proses pemotongan botol akan otomatis terhenti saat cutter hampir memotong botol habis, dan mesin akan berhenti secara otomatis karena sensor filament pada filament straightener akan mendeteksi hal tersebut. Setelah proses menggulung selesai, pastikan diameter filament yang dihasilkan tidak terlalu besar atau kecil. Filament yang terlalu besar bisa tersangkut di toolhead 3D printer, sementara jika terlalu kecil, filament bisa slip saat diekstrusi oleh extruder.

Untuk memeriksa diameter filament, Anda bisa menggunakan lubang dengan diameter sekitar 2mm. Cek ukuran ini saat mengekstrak atau mengambil filament dari roll/gear ke tempat

		<p>penyimpanan filament. Beberapa alat yang dapat digunakan untuk pemeriksaan diameter filament adalah sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none">• Besi yang dilubangi dengan diameter sekitar 2mm• Bagian Throat dari jenis yang digunakan pada toolhead• Heatsink yang digunakan pada 3D printer (misalnya, Heatsink V6 Style) <p>Disarankan untuk menggunakan Dual Gear Extruder agar cengkraman terhadap filament lebih optimal, sehingga dapat menghindari terjadinya clog saat diameter filament mengecil di bagian tertentu.</p>
--	--	--

Perlu Diperhatikan:

Anda mungkin tidak dapat langsung menggunakan filament untuk proses printing karena biasanya filament masih mengandung kelembaban. Oleh karena itu, Anda perlu menghilangkan kelembabannya terlebih dahulu. Anda bisa menggunakan **Filament Dryer**, atau sebagai alternatif, memasukkan filament ke dalam **Rice Cooker** selama kurang lebih 3 jam, tergantung pada tingkat kelembaban filament.

XI. Pengaturan Slicer

Note:

- *Pengaturan ini mengikuti atau mengacu pada standar ukuran filament 1.75mm.*
- *Pengaturan ini bersifat rekomendasi dan experimental, tidak memiliki jaminan apapun.*
- *Istilah yang digunakan dalam pengaturan slicer mungkin berbeda-beda pada setiap aplikasi slicer. Anda dapat menyesuaikannya dengan istilah yang digunakan pada slicer yang Anda pakai.*

Hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan filament dari botol bekas adalah flow rate. Hal ini disebabkan oleh ketidak konsistenan diameter filament PET yang dihasilkan. Filament yang dihasilkan juga tidak selalu memiliki kepadatan 100%. Kepadatan filament sangat bergantung pada ketebalan botol PET dan pengaturan lebar strip. Pada strip yang tipis, biasanya diperlukan potongan yang lebih lebar, sementara pada botol dengan lapisan yang tebal, pengaturan potongan cenderung lebih kecil. Filament yang dihasilkan dari botol PET dengan strip tipis cenderung memiliki rongga, sedangkan pada strip yang lebih tebal, diameter filament bisa menjadi tidak bulat, bahkan terlihat seperti tertekan atau menyusut.

Untuk mengatasi masalah filament PET yang tidak sempurna, perlu dilakukan penyesuaian pada flow rate. Pengaturan lainnya umumnya tidak memerlukan perubahan khusus. Secara umum, pengaturan printing filament PET mirip dengan pengaturan printing PETG.

Berikut adalah rekomendasi pengaturan slicer untuk filament PET yang dihasilkan dari botol bekas:

Paling Penting (Flow rate : 1.25-1.3 atau 125%-130%)

Jika ada, gunakan pengaturan ini :

- *Top surface flow ratio : 0.95 atau 95%*
- *Bottom surface flow ratio : 0.9 atau 90%*
- *Bridge flow ratio : 0.9 atau 90%*
- *Internal bridge flow ratio : 0.9 atau 90%*
- *Bridge density : 100%*

Jika dirasa flow rate kurang, seperti pada hasil cetakan 3D yang menunjukkan dinding (wall) yang tidak menempel dengan baik, maka Anda dapat menambahkannya melalui slicer atau melalui pengaturan flow rate di antarmuka printer. Jika flow rate kurang, lapisan pertama biasanya akan terlihat sangat tipis, sementara jika flow rate terlalu tinggi, lapisan yang dihasilkan akan melebar dan tidak halus.

Sebagai langkah praktis, Anda bisa menggunakan nilai flow rate tersebut sebagai standar di slicer, kemudian menyesuaikannya melalui antarmuka printer sesuai dengan jenis filament PET yang digunakan. Setiap jenis botol PET biasanya memerlukan pengaturan flow rate yang berbeda, jadi Anda bisa dengan mudah mengubah nilai flow rate tersebut di antarmuka printer, sementara nilai standar tetap digunakan di pengaturan slicer.

Rekomendasi Pengaturan Slicer untuk Filament PET dari Botol Bekas:

- **Temperature**
 - Nozzle: 250-255°C
 - Bed: 85-90°C untuk layer pertama, 75-85°C untuk layer selanjutnya
- **Max Volumetric Speed**
 - 11 mm³/s
- **Cooling**
 - Matikan kipas pada 2 layer pertama
 - Min fan speed: 60-75%
 - Max fan speed: 90-100%
- **Strength**
 - Wall: Untuk kualitas dan kekuatan, gunakan minimal 3 wall
 - Top dan Bottom: Untuk kualitas dan kekuatan, gunakan minimal 3 layer
 - Infill density: Minimal 20%
- **Speed**
 - First layer: 25 mm/s
 - First layer infill: 40 mm/s
 - Outer wall: 50-70 mm/s
 - Inner wall: 60-80 mm/s
 - Sparse infill: 70-90 mm/s
 - Internal solid infill: 55-70 mm/s
 - Top surface: 60 mm/s

Referensi

Driver A4988 : <https://www.pololu.com/product/1182>

Lisensi

1. 3D Printed Parts:

Licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC).

This part can be used and modified for non-commercial purposes with appropriate attribution to the creator.

Details at: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

2. Documentation:

Licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC).

It can be shared and adapted for non-commercial purposes with proper attribution to the creator.

Details at: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

3. Software Code License

Licensed under the MIT License, which allows for software usage, modification, distribution, and private use with no warranty.

Details at: <https://opensource.org/licenses/MIT>

4. Third-Party Libraries Used

This project uses the following third-party libraries, each subject to its own license. These library licenses should be respected by users or developers who wish to use or distribute this project. Please note that these licenses only apply to the libraries listed below and do not modify the primary license for code created by 13DCreator.

1. ESP8266WiFi.h

Description: Library for managing WiFi functionality on ESP8266.

License: LGPL 2.1 or later

More Info: <https://github.com/esp8266/Arduino/blob/master/libraries/ESP8266WiFi/src/ESP8266WiFi.h>

2. ESPAsyncWebServer.h

Description: Library for asynchronous web server on ESP8266.

License: LGPL 2.1 or later

More Info: <https://github.com/mathieucaubou/ESPAsyncWebServer/blob/main/src/ESPAsyncWebServer.h>

3. ESPAsyncTCP.h

Description: Library for asynchronous TCP communication.

License: LGPL 2.1 or later

More Info: <https://github.com/dvarrel/ESPAsyncTCP/blob/master/src/ESPAsyncTCP.h>

4. Encoder.h

Description: Library to interface with rotary encoders.

License: MIT License

More Info: https://www.pjrc.com/teensy/td_libs_Encoder.html

<https://github.com/PaulStoffregen/Encoder/blob/master/Encoder.h>

5. AccelStepper.h

Description: Library for controlling stepper motors.

License:

AccelStepper is Copyright (C) 2008 Mike McCauley.

** License:

* Open Source Licensing GPL V3:

* Commercial Licensing: * Contact info@open.com.au for details.

More Info: <https://www.airspayce.com/mikem/arduino/AccelStepper/>

6. PID_v1.h

Description: Library for PID control algorithm.

License: MIT License

More Info: <https://github.com/br3ttb/Arduino-PID-Library>

<http://brettheuregard.com/blog/2011/04/improving-the-beginners-pid-introduction/>

7. FS.h

Description: Library for SPIFFS (SPI Flash File System).

License: LGPL 2.1 or later

More Info: <https://github.com/esp8266/Arduino/blob/master/cores/esp8266/FS.h>

8. Ticker.h

Description: Library for Ticker, used for timed callbacks.

License: LGPL 2.1 or later

More Info: <https://github.com/esp8266/Arduino/blob/master/libraries/Ticker/src/Ticker.h>