



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK (PET)
MENJADI *FILAMENT PRINTER 3D***

***UTILIZATION OF WASTE PLASTIC BOTTLES (PET)
INTO 3D PRINTER FILAMENT***

Oleh :

ALFAN RIZIQ AL-HABSYI
NPM.20.02.01.048

DOSEN PEMBIMBING :

ERNA ALIMUDIN, S.T., M.Eng.
NIP. 199008292019032013

MUHAMAD YUSUF, S.ST., M.T
NIP. 198604282019031005

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK (PET)
MENJADI *FILAMENT PRINTER 3D***

***UTILIZATION OF WASTE PLASTIC BOTTLES (PET)
INTO 3D PRINTER FILAMENT***

Oleh :

ALFAN RIZIQ AL-HABSYI
NPM.20.02.01.048

DOSEN PEMBIMBING :

ERNA ALIMUDIN, S.T., M.Eng.
NIP. 199008292019032013

MUHAMAD YUSUF, S.ST., M.T
NIP. 198604282019031005

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK (PET) MENJADI FILAMENT PRINTER 3D

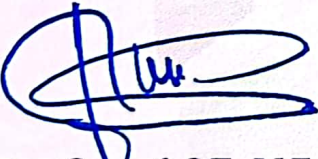
Oleh:
Alfan Riziq Al-Habsyi
NPM.20.02.01.048

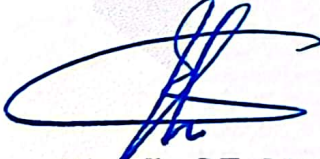
Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
di
Politeknik Negeri Cilacap


Disetujui Oleh:


Penguji Tugas Akhir:

Pembimbing Tugas Akhir:


1. Hera Susanti, S.T., M.Eng.
NIP. 198604092019032011


1. Erna Alimudin, S.T., M.Eng.
NIP. 199008292019032013


2. Artdhita Fajar Pratiwi, S.T., M.Eng.
NIP. 198506242019032013


2. Muhamad Yusuf, S.ST., M.T.
NIP. 198604282019031005

Mengetahui:
Ketua Jurusan Rekayasa Elektro Dan Mekatronika

JURUSAN REKAYASA ELEKTRO DAN MEKATRONIKA
Muhamad Yusuf, S.ST., M.T.
NIP. 198604282019031005

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR


Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Alfan Riziq Al-Habsyi
NIM : 20.02.01.048
Judul Tugas Akhir : *Pemanfaatan Limbah Botol Plastik (PET) Menjadi Filament Printer 3D*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari penulis sendiri, baik dari alat (*hardware*), *listing* program dan naskah laporan yang tercantum sebagai bagian dari Laporan Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, penulis akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Cilacap, 15 Agustus 2023
Yang menyatakan,



(Alfan Riziq Al-Habsyi)
NIM.20.01.01.048

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Alfian Riziq Al-Habsyi
NIM : 20.02.01.048


Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "**PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK (PET) MENJADI FILAMENT PRINTER 3D**" beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap
Pada Tanggal : 15 Agustus 2023

Yang menyatakan,



(Alfian Riziq Al-Habsyi)

ABSTRAK

Sampah botol plastik adalah salah satu jenis sampah anorganik yang banyak ditemukan di lingkungan sekitar kita. Sebagian besar kemasan botol plastik tidak direkomendasikan untuk digunakan berulang kali, karena akan berdampak buruk bagi kesehatan meski dalam jangka waktu yang relatif lama. Tetapi botol plastik tersebut sebenarnya masih memiliki banyak manfaat. Salah satunya yaitu dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan filament *3D printer*. *3D printer* adalah teknologi pembuatan benda dengan kendali komputer dengan cara menggabungkan dan memadatkan serbuk atau *filament* tanpa adanya proses pemesinan. Dalam penggunaan *3D printer* memerlukan *filament* yang memiliki harga cukup mahal tergantung jenis dan kualitasnya. Sehingga diperlukan alat untuk mendaur ulang *thermoplastic* yang dapat memproduksi *filament* agar penggunaan *3D printer* menjadi lebih murah. Dari permasalahan tersebut dibuatlah alat pendaur ulang *thermoplastic* yang dapat diakses melalui *Smartphone* maupun *computer*. Alat tersebut disusun dengan *Mikrokontroller* wemos D1 mini, *Limit Switch*, NTC, *heater* dan Motor Stepper. Hasil pengukuran ketebalan botol plastik yang digunakan pada penelitian ini berukuran 0,13 mm dengan lebar potongan sebelum menjadi *filament* berukuran 12,03 mm. Hasil pengujian penarikan *filament* dengan hasil diameter 1,75 mm dan bagian tengah padat pada saat suhu 180°C dengan kecepatan 10 cm/menit, suhu 210°C dengan kecepatan 20 cm/menit dan pada saat suhu 220°C dengan kecepatan 20 cm/menit. Kemudian pada hasil percobaan *filament* ke *3D printer* rata-rata diameter 1,75 mm menghasilkan bentuk sempurna tetapi pada hasil *filament* yang berdiameter < 1,75 mm menghasilkan bentuk kurang sempurna karena *extruder* pada 3D printer tidak dapat mendorong *filament* dengan diameter < 1,75 mm.

Kata Kunci: *Filament*, *3D printer*, Wemos D1 Mini, Botol Plastik.

ABSTRACT

Plastic bottle waste is one type of inorganic waste that can be found in the environment around us. Most of the plastic bottle packaging is not recommended for repeated use, because it will be bad for health even in a relatively long period of time. But these plastic bottles actually still have many benefits. One of them is that it can be used as a material for making 3D printer filament. 3D printer is a technology for making objects with computer control by combining and condensing powder or filament without any machining process. Using a 3D printer requires filament which is quite expensive depending on the type and quality. So a tool is needed to recycle thermoplastic which can produce filament so that the use of 3D printers becomes cheaper. From these problems, a thermoplastic recycling tool was created which can be accessed via a smartphone or computer. The tool is arranged with a microcontroller wemos D1 mini, Limit Switch, NTC, heater and Stepper Motor. The results of measuring the thickness of the plastic bottles used in this study were 0.13 mm with a width of 12.03 mm before it became a filament. In the results of the filament withdrawal test with a diameter of 1.75 mm and a solid center at a temperature of 180°C with a speed of 10 cm/minute, a temperature of 210°C with a speed of 20 cm/minute and a temperature of 220°C with a speed of 20 cm /minute. Then the results of the filament experiment to the 3D printer average diameter of 1.75 mm produced a perfect shape but the results of filaments with a diameter of <1.75 mm produced an imperfect shape because the extruder on the 3D printer could not push the filament with a diameter of <1.75mm.

Keywords: *Filament, 3D printer, Wemos D1 Mini, Plastic Bottle*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.

Alhamdulillah, segala puji syukur bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

“PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK (PET) MENJADI FILAMENT PRINTER 3D”

Pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Diploma-3 (D3) dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis berusaha secara optimal dengan segala pengetahuan dan informasi yang didapatkan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Namun, penulis menyadari berbagai keterbatasannya, karena itu penulis memohon maaf atas keterbatasan materi laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap masukan berupa saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Demikian besar harapan penulis agar laporan ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Cilacap, 15 Agustus 2023

Penulis



Alfian Riziq Al-Habsyi

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT dan tanpa menghilangkan rasa hormat yang mendalam, saya selaku penyusun dan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya bapak dan Ibu serta saudara kandung yang senantiasa memberikan dukungan baik materil, semangat, maupun doa.
2. Ibu Erna Alimudin, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir dan Wali Dosen, terima kasih kepada beliau yang selalu memberi masukan beserta solusi pada alat serta laporan.
3. Bapak Muhamad Yusuf, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir terimakasih kepada beliau yang selalu membimbing dengan sabar dan memberi arahan tentang Tugas Akhir.
4. Bapak Muhamad Yusuf, selaku ketua Program Studi Teknik Elektronika yang selalu memberi dorongan motivasi dan pengarahan kepada penulis.
5. Seluruh dosen, teknisi, karyawan dan karyawan Politeknik Negeri Cilacap yang telah membekali ilmu dan membantu dalam segala urusan dalam kegiatan penulis di bangku perkuliahan di Politeknik Negeri Cilacap.
6. Teman-teman di Politeknik Negeri Cilacap yang selalu memberikan saran dan dukungan serta doanya.
7. Vanesa Novia Intan Pratama, selaku support sistem yang selalu mendukung dan membantu menyelesaikan dalam urusan kegiatan pembuatan Tugas Akhir.

Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan, rahmat, dan nikmat-Nya bagi kita semua. Aamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 <i>Filament</i>	11
2.2.2 Botol Plastik	11
2.2.3 <i>3D Printer</i>	12
2.2.4 <i>WEB Server</i>	13
2.2.5 Wemos D1 Mini	13
2.2.6 <i>Hotend dan Nozzle</i>	15
2.2.7 <i>Heater dan Thermistor</i>	15
2.2.8 <i>Driver Motor A4988</i>	16

2.2.9	Motor Stepper Nema-17.....	16
2.2.10	<i>Limit Switch</i>	17
2.2.11	<i>Power Supply</i>	18
2.2.12	MOSFET Transistor IRLZ44N	19
2.2.13	<i>Stepdown</i> HW-613	20
BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM		21
3.1	Analisis Kebutuhan	21
3.1.1	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	21
3.1.2	Analisa Kebutuhan Perangkat Keras	22
3.2	Blok Diagram Sistem	23
3.3	<i>Flowchart</i>	24
3.4	Metode Perancangan Alat	25
3.4.1	Perancangan Perangkat Keras	25
3.4.2	Perancangan Sistem Elektrikal.....	27
3.4.3	Perancangan Perangkat Lunak	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Halaman Kontrol <i>WEB Server</i>	35
4.2	Pengukuran Ketebalan Botol Plastik.....	40
4.3	Pengukuran Hasil Potongan Botol Plastik	41
4.4	Pengujian Sistem.....	41
4.4.1	Pengujian Penarikan <i>Filament</i> Berdasarkan Kecepatan Motor Stepper dan Perubahan Suhu.....	41
4.4.2	Pengujian Hasil <i>Filament 3D Printer</i>	48
BAB V PENUTUP		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN		A
BIODATA PENULIS		B

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Filament 3D printer	11
Gambar 2.2 Limbah Botol Plastik.....	12
Gambar 2.3 3D Printer	13
Gambar 2.4 Wemos D1 Mini	14
Gambar 2.5 Pin out Wemos D1 Mini ^[14]	14
Gambar 2.6 Hotend dan Nozzle	15
Gambar 2.7 Heater	15
Gambar 2.8 <i>Thermistor</i> NTC 100K B3950.....	15
Gambar 2.9 Driver Motor Stepper A4988	16
Gambar 2.10 Stepper Motor NEMA-17 ^[10]	17
Gambar 2.11 Limit Switch.....	18
Gambar 2.12 Power Supply	18
Gambar 2.13 Transistor IRLZ44N ^[15]	19
Gambar 2.14 Modul Stepdown HW-613	20
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Alat	23
Gambar 3.2 Flowchart Sistem Keseluruhan.....	24
Gambar 3.3 Desain Keseluruhan Alat.....	26
Gambar 3.4 Desain Keseluruhan Alat Tampak Samping.....	26
Gambar 3.5 Desain Keseluruhan Alat Tampak Atas.....	27
Gambar 3.6 Rangkaian Elektrik	27
Gambar 3.7 Rangkain Schematic	28
Gambar 3.8 Layout PCB	29
Gambar 3.9 Potongan Program Kontrol WEB Server.....	30
Gambar 3.10 Potongan Program Motor stepper.....	31
Gambar 3.11 Potongan Program Thermistor	32
Gambar 3.12 Potongan Program Heater	33
Gambar 3.13 Potongan Program WiFi.....	34
Gambar 4.1 Perancangan Alat Filament dari Botol Plastik.....	35
Gambar 4.2 Tampilan Utama Halaman Web Server.....	36
Gambar 4.3 Tampilan Setting Halaman Web Server	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Stepper Motor NEMA-17 ^[17]	17
Tabel 2.3 Karakteristik Transistor ILRZ44N.....	19
Tabel 2.4 Karakteristik Modul Stepdown HW-613	20
Tabel 3.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	21
Tabel 3.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	22
Tabel 3.3 Konfigurasi Pin Hubung Rangkaian	29
Tabel 4.1 Keterangan Tampilan Utama WEB Server	37
Tabel 4.2 Keterangan Bagian-bagian Setting	39
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Ketebalan Botol Plastik	40
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Potongan Botol Plastik	41
Tabel 4.5 Hasil Penarikan Pada Suhu 180°C	42
Tabel 4.6 Hasil Penarikan Pada Suhu 190°C	43
Tabel 4.7 Hasil Penarikan Pada Suhu 200°C	45
Tabel 4.8 Hasil Penarikan Pada Suhu 210°C	46
Tabel 4.9 Hasil Penarikan Pada Suhu 220°C	47
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Filament.....	49

DAFTAR ISTILAH

- Thermoplastic* : Plastik yang dicetak berulang-ulang dengan adanya panas.
- Thermoset* : Polimer yang tidak bisa di bentuk ulang setelah di panaskan.
- Anorganik : Benda yang tak hidup.
- Filament* : Benda yang terbentuk seperti benang tipis biasanya digunakan untuk 3D printing.
- Extruder* : Menggerakkan, mengarahkan atau mendorong Filament dari wadahnya menuju Nozzle untuk kemudian dikeluarkan dan dibentuk menjadi objek 3D yang diinginkan.

DAFTAR SINGKATAN

<i>PE</i>	: <i>Polyethylene</i>
<i>PLA</i>	: <i>Polylactic acid</i>
<i>PP</i>	: <i>Polypropylene</i>
<i>PS</i>	: <i>Polystyrene</i>
<i>ABS</i>	: <i>Acrylonitrile butadiene styrene</i>
<i>SAN</i>	: <i>Styrene acrylonitrile</i>
<i>PET</i>	: <i>Polyethylene Terephthalate</i>
<i>BPT</i>	: <i>Polybutylene terephthalate</i>
<i>POM</i>	: <i>Polyoxymethylene</i>
<i>PC</i>	: <i>Polycarbonat</i>
<i>PU</i>	: <i>Polyurethane</i>
<i>UF</i>	: <i>Urea Formaldehyd</i>
<i>MF</i>	: <i>Melamin-Formaldehyd</i>
<i>3D</i>	: <i>Tiga dimensi</i>
<i>RPM</i>	: <i>Revolutions per minute</i>
<i>°C</i>	: <i>Derajat Celcius</i>
<i>HTTP</i>	: <i>Hypertext Transfer Protocol</i>
<i>HTML</i>	: <i>Hypertext Markup Language</i>
<i>URL</i>	: <i>Uniform Resource Locator</i>
<i>SSL</i>	: <i>Secure Sockets Layer</i>
<i>DC</i>	: <i>Direct Current</i>
<i>AC</i>	: <i>Alternating Current</i>