

**RANCANG BANGUN ALAT DAUR ULANG LIMBAH BOTOL
PLASTIK MENJADI FILAMEN *3D PRINTING***



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

Oleh:

ALDI RAMADHANI KATIM

NIM: 1513620057

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

TAHUN 2026

**RANCANG BANGUN ALAT DAUR ULANG LIMBAH BOTOL
PLASTIK MENJADI FILAMEN *3D PRINTING***



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

ALDI RAMADHANI KATIM

NIM: 1513620057

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

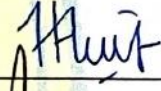
TAHUN 2026

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Aldi Ramadhani Katim
NIM : 1513620057
Program Studi/Fakultas : Pendidikan Teknik Elektronika / Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Rancang Bangun Alat Daur Ulang Limbah Botol Plastik Menjadi Filamen 3D Printing

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan *Lulus* / ~~Tidak Lulus~~ Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 13 Juli 2026

Tim Penguji,

Ketua Penguji	<u>Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T.</u> NUPTK. 5834761662130302	
Penguji Ahli 1 (Dosen Ahli)	<u>Muhamad Wahyu Iqbal, S.Pd, M.T.</u> NUPTK. 0438774675130243	
Penguji Ahli 2 (Sekretaris)	<u>Ade Ayu Rahmawati, S.T., M.T</u> NUPTK. 8134774675230223	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	<u>Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D.</u> NUPTK. 9662750651130072	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	<u>Dr. Wisnu Djatmiko, M.T.</u> NUPTK. 8546745646130092	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204



Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T.
NIDN. 0002058301

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

BENTUK: SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Aldi Ramadhani Katim
NIM : 1513620057
Judul Penelitian : Rancang Bangun Alat Daur Ulang Limbah Botol Plastik
Menjadi Filamen *3D Printing*

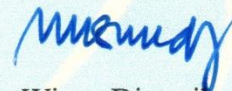
ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir.

Jakarta, 19 Juni 2026
Pembimbing 1,



Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIDN. 0030037203

Pembimbing 2,



Dr. Wisnu Djatmiko, M.T.
NIDN. 0014026706

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Aldi Ramadhani Katim
NIM : 1513620057
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas : Teknik
Judul TA : Rancang Bangun Alat Daur Ulang Limbah Botol
Plastik Menjadi Filamen *3D Printing*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 28 Juli 2026

Yang menyatakan



Aldi Ramadhani Katim

NIM. 1513620057



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Aldi Ramadhani Katim
NIM : 1513620057
Fakultas/Prodi : Teknik / Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : aldiramadhanikatim117@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Rancang Bangun Alat Daur Ulang Limbah Botol Plastik Menjadi Filamen *3D Printing*

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Alat Daur Ulang Limbah Botol Plastik Menjadi Filamen *3D Printing*” dengan baik. Peneliti menyadari tanpa adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak lain, skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Baso Maruddani, M.T. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika yang selalu memberikan dukungan dan motivasi serta ilmu yang bermanfaat.
2. Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I atas segala ketulusan dan kesabaran dalam membimbing skripsi serta memberikan ilmu yang bermanfaat.
3. Dr. Wisnu Djatmiko, M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas segala ketulusan dan kesabaran dalam membimbing skripsi serta memberikan ilmu yang bermanfaat.
4. Orang tua, adik, dan kawan-kawan terdekat yang telah memberikan kasih sayang serta doa yang tidak pernah terhenti serta rekan-rekan mahasiswa/i Pendidikan Teknik Elektronika angkatan 2020 yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan penelitian ini dengan balasan yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 27 Juli 2026
Yang membuat pernyataan,



Aldi Ramadhani Katim

No. Reg. 1513620057

RANCANG BANGUN ALAT DAUR ULANG LIMBAH BOTOL PLASTIK MENJADI FILAMEN *3D PRINTING*

Aldi Ramadhani Katim

Dosen Pembimbing: Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D dan
Dr. Wisnu Djatmiko, M.T

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji kinerja alat daur ulang limbah botol plastik menjadi filamen 3D printing. Perancangan alat dilakukan menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan tahapan V-Model. Alat mengintegrasikan temperature controller REX-C100 sebagai pengendali suhu *heater*, termokopel tipe K yang terhubung dengan modul MAX6675 untuk memantau suhu *heat block* di sekitar *nozzle*, serta sensor inframerah reflektif E18-D80NK untuk mendeteksi material berbentuk filamen yang keluar dari *nozzle*. Material yang diproses berupa lembaran PET selebar 9 mm dengan massa 19,5 g yang diperoleh dari satu botol plastik PET merek Vit berkapasitas 1.500 mL. Pengujian hasil pembentukan filamen dilakukan menggunakan satu botol PET dalam satu kali proses produksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat mampu mengubah lembaran PET menjadi filamen sepanjang 5,47 m dengan massa akhir 17,7 g, sehingga diperoleh kehilangan massa proses sebesar 1,8 g (9,23%) dan rendemen sebesar 90,77%. Pengukuran pada satu titik dan satu arah menunjukkan diameter material berbentuk filamen sebesar 1,72 mm dengan selisih 0,03 mm terhadap target diameter 1,75 mm. Tiga pengujian fungsi pencetakan menggunakan mesin FDM menunjukkan bahwa material dapat masuk ke ekstruder, keluar melalui *nozzle*, dan menyelesaikan pencetakan objek kubus pada kondisi pengujian. Pengujian tidak mencakup evaluasi kualitas permukaan, akurasi dimensi, sifat mekanis, sifat termal, kadar air, adhesi antarlapis, maupun performa pencetakan jangka panjang.

Kata kunci: Botol plastik PET, Daur ulang, ESP32, filamen 3D *printing*, *Internet of Things* (IoT), Termokopel tipe K

***Design and Development of a Device for Converting PET Bottle
Strips into Filamen Shaped Material***

Aldi Ramadhani Katim

***Supervisors: Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D and
Dr. Wisnu Djatmiko, M.T***

ABSTRACT

This study aims to design, develop, and evaluate the performance of a plastic bottle recycling machine that converts polyethylene terephthalate (PET) waste into 3D printing filament. The system was developed using the Research and Development (R&D) method based on the V-Model approach. The machine integrates a REX-C100 temperature controller to regulate the heater temperature, a Type K thermocouple connected to a MAX6675 module to monitor the heat block temperature around the nozzle, and an E18-D80NK reflective infrared sensor to detect filament-shaped material exiting the nozzle. The processed material consisted of a 9 mm wide PET strip with a mass of 19.5 g obtained from a single 1,500 mL Vit PET bottle. Filament production testing was conducted using one PET bottle in a single production cycle. The experimental results showed that the machine successfully produced a PET filament with a length of 5.47 m and a final mass of 17.7 g, resulting in a process mass loss of 1.8 g (9.23%) and a material yield of 90.77%. A measurement performed at a single point and in a single direction showed a filament diameter of 1.72 mm, with a deviation of 0.03 mm from the target diameter of 1.75 mm. Three functional printing tests using an FDM printer demonstrated that the filament could be fed into the extruder, extruded through the nozzle, and successfully complete the printing of a cube under the test conditions. However, the evaluation did not include surface quality, dimensional accuracy, mechanical properties, thermal properties, moisture content, interlayer adhesion, or long-term printing performance.

Keywords: ESP32, filament, Internet of Things, PET bottle recycling, type K Thermocouple

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah	5
1.4. Perumusan Masalah	6
1.5. Tujuan Penelitian	6
1.6. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Konsep Pengembangan Produk.....	9
2.2. Konsep Produk yang Dikembangkan.....	10
2.3. Kerangka Teoritik	13
2.3.1. 3D <i>Printing</i>	13
2.3.2. Filamen.....	15
2.3.3. Limbah Botol Plastik.....	16
2.3.4. <i>Internet of Things</i>	18
2.3.5. <i>Blynk</i>	19
2.3.6. Arduino IDE.....	21
2.3.7. Mikrokontroler ESP32	22
2.3.8. ESP32-CAM	23

2.3.9.	Termokopel tipe K dan modul MAX6675	25
2.3.10.	Sensor Inframerah Reflektif E18-D80NK	27
2.3.11.	Modul Relay.....	29
2.3.12.	Kipas DC 12V	32
2.3.13.	LCD I2C.....	33
2.3.14.	<i>Buzzer</i>	35
2.3.15.	<i>Heating ceramic cartridge</i>	36
2.3.16.	<i>Nozzle</i>	38
2.3.17.	<i>Heat block</i>	39
2.3.18.	Motor DC	41
2.3.19.	Motor Driver L298N	43
2.4.	Rancangan Produk	45
2.4.1.	Blok Diagram Alat	46
2.4.2.	<i>Flowchart Kerja Alat</i>	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		50
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	50
3.2.	Metode Pengembangan Produk.....	50
3.3.	Tujuan Pengembangan.....	50
3.4.	Metode Pengembangan	51
3.5.	Sasaran Produk.....	55
3.6.	Instrumen.....	56
3.7.	Prosedur Pengembangan	57
3.7.1.	Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi	57
3.7.2.	Tahap Perencanaan.....	58
3.7.3.	Tahap Desain Produk	65
3.8.	Teknik Pengumpulan Data	73
3.9.	Teknik Analisis Data.....	75
3.9.1.	Pengujian Sumber Tegangan.....	76
3.9.2.	Pengujian Sensor Proximity	77
3.9.3.	Pengujian ESP32-CAM	77
3.9.4.	Pengujian Sensor Temperatur Termokopel tipe K <i>dan modul</i> <i>MAX6675</i>	77

3.9.5.	Pengujian Relay	78
3.9.6.	Pengujian IoT	78
3.9.7.	Pengujian Seluruh Sistem	79
3.9.8.	Pengujian Filamen Daur Ulang Botol Plastik PET (Polyethylene Terephthalate)	80
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		82
4.1.	Hasil Pengembangan Produk	82
4.2.	Hasil Implementasi Tahapan V-Model	85
4.3.	Hasil Pengujian Kinerja Produk.....	89
4.3.1.	Hasil Pengujian Sumber Tegangan	89
4.3.2.	Hasil Pengujian Sensor Proximity	90
4.3.3.	Hasil Pengujian ESP32-CAM	92
4.3.4.	Hasil Pengujian Termokopel tipe K dan modul MAX6675.....	94
4.3.5.	Hasil Pengujian Relay	97
4.3.6.	Hasil Pengujian IoT.....	99
4.3.7.	Hasil Pengujian Seluruh Sistem	101
4.3.8.	Hasil Pengujian Filamen Daur Ulang Botol Plastik PET (Polyethylene Terephthalate).....	103
4.4.	Pembahasan.....	108
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		112
5.1.	Kesimpulan	112
5.2.	Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....		114
DAFTAR LAMPIRAN		117
Lampiran 1. Dokumentasi Produk		118
Lampiran 2. Program Arduino IDE		122
Lampiran 3. Prosedur Pengoprasian		137
Lampiran 4. Daftar Riwayat Hidup.....		139

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
2.1.	Perbandingan Penelitian Relevan	11
2.2.	Spesifikasi ESP32	23
2.3.	Spesifikasi ESP32-CAM	24
2.4.	Spesifikasi Sensor Termokopel tipe K dan <i>modul MAX6675</i>	27
2.5.	Spesifikasi Sensor Proximity Inframerah Reflektif E18-D80NK	28
2.6.	Spesifikasi Modul Relay	30
2.7.	Spesifikasi Kipas DC 12V	32
2.8.	Spesifikasi LCD I2C 20x4	34
2.9.	Spesifikasi Buzzer	36
2.10.	Spesifikasi <i>Heating ceramic cartridge</i>	37
2.11.	Spesifikasi <i>Nozzle</i>	39
2.12.	Spesifikasi <i>Heat block</i>	41
2.13.	Spesifikasi Motor DC	42
2.14.	Spesifikasi L298N	44
3.1.	Parameter dan Instrumen Pengujian	74
4.1.	Hasil Pengujian Sumber Tegangan	90
4.2.	Hasil Pengujian Sensor Proximity	91
4.3.	Hasil Pengujian ESP32-CAM	92
4.4.	Hasil Pengujian Temperatur Termokopel tipe K dan <i>modul MAX6675</i>	94
4.5.	Hasil Pengujian Relay	98
4.6.	Hasil Pengujian <i>IoT</i>	99
4.7.	Hasil Pengujian Seluruh Sistem	101
4.8.	Hasil Pengujian Fungsional Filamen	103
4.9.	Hasil Pengujian Filamen Daur Ulang Botol Plastik PET (Polyethylene Terephthalate)	105

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
2.1.	Tahapan Model Penelitian V-Model	9
2.2.	Logo Aplikasi <i>Blynk</i>	20
2.3.	<i>Software</i> Arduino IDE	21
2.4.	ESP32	22
2.5.	ESP32-CAM	24
2.6.	Skematik ESP32-CAM	25
2.7.	Sensor Termokopel tipe K dan <i>modul MAX6675</i>	26
2.8.	Skema Sensor Termokopel tipe K <i>dan modul MAX6675</i>	27
2.9.	Sensor Proximity Inframerah Reflektif E18-D80NK	28
2.10.	Skema Sensor Proximity	29
2.11.	Modul Relay	30
2.12.	Skema Modul Relay	31
2.13.	Kipas DC 12V	32
2.14.	Skematik Kipas DC	33
2.15.	LCD I2C 20x4	34
2.16.	Skema LCD I2C 20x4	34
2.17.	<i>Buzzer</i>	35
2.18.	Skema <i>Buzzer</i>	36
2.19.	<i>Heating ceramic cartridge</i>	37
2.20.	<i>Nozzle</i>	39
2.21.	<i>Heat block</i>	40
2.22.	Motor DC	42
2.23.	Motor Driver L298N	44
2.24.	Skematik <i>Driver Motor L298N</i>	45
2.25.	Blok Diagram Alat	46
2.26.	<i>Flowchart</i> Kerja Alat	48
3.1.	Langkah-langkah Penggunaan V Model	51
3.2.	Skematik Rangkaian	63

3.3.	Desain alat Tampak Depan	64
3.4.	Desain Alat Tampak Belakang	64
4.1.	Pengembangan Produk	84



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1	Dokumentasi Produk	118
2	Program Arduino IDE	122
3	Prosedur Pengoprasian	137
4	Daftar Riwayat Hidup	139

