

**PENGARUH VARIASI *BED TEMPERATURE* PROSES 3D  
*PRINTING* TERHADAP VISUAL PRODUK BERBAHAN  
DASAR FILAMENT PLA (*Polylactic Acid*)**

**Skripsi**



Disusun oleh  
**Hilmi Raharjo**  
2210641037

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER  
2026

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH VARIASI *BED TEMPERATURE* PROSES 3D PRINTING  
TERHADAP VISUAL PRODUK BERBAHAN DASAR FILAMENT PLA  
(*Polylactic Acid*)**

Disusun Oleh:

**Hilmi Raharjo**  
**NIM 2110641037**

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada Tanggal 06 juli 2026  
Telah Disetujui Oleh:

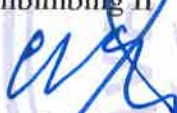
Pembimbing I



**Ir. Asroful Abidin, S.T., M.Eng.**

NIDN. 0703109207

Pembimbing II



**Ir. Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.**

NIDN. 0022047701

Penguji I



**Ir. Kosjoko, S.T., M.T.**

NIDN. 0715126901

Penguji II



**Dr. Ir. Mokh. Hairul Bahri, S.T., M.T.**

NIDN. 0717087203

Skripsi Ini Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Tanggal, 06 Juli 2026

Ketua Program Studi Teknik Mesin

**Ir. Asroful Abidin, S.T., M.Eng.**

NIDN. 0703109207

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



**Prof. Dr. Ir. Mahtar, S.T., M.T., IPM.**

NIDN. 0010067301

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hilmi Raharjo

NIM : 2110641037

Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI BED TEMPERATURE PROSES 3D PRINTING TERHADAP VISUAL PRODUK BERBAHAN DASAR FILAMENT PLA (*Polylactic Acid*)”** adalah benar hasil karya sendiri (terkecuali kutipan yang telah saya kutip sebelumnya) dan belum pernah diajukan di institusi manapun. Demikian pernyataan yang dapat saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan maupun tekanan dari pihak manapun. Saya siap bertanggung jawab apabila menerima sanksi dikemudian hari apabila pernyataan tersebut salah.

Jember, 06 Juli 2026  
Yang membuat pernyataan



Hilmi Raharjo  
NIM. 2210641037

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat waktu sebagaimana yang telah direncanakan. Tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI *BED TEMPERATURE* PROSES 3D PRINTING TERHADAP VISUAL PRODUK BERBAHAN DASAR FILAMENT PLA (*Polylactic Acid*)”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis telah menerima banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Hanafi, M.Pd. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Jember, Atas Kepemimpinan dan Kebijakan yang telah Mendukung Kelancaran Proses Akademik;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtar, S.T., M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember;
3. Bapak Ir. Asroful Abidin, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin;
4. Bapak Ir. Asroful Abidin, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing 1 dari tugas akhir saya yang telah memberi banyak pengetahuan, masukan terkait tugas akhir saya;
5. Ibu Ir. Nely Ana Mufarida, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing 2 yang juga memberikan banyak masukan dan juga kritik maupun saran terkait tugas akhir dan juga membimbing terkait perkuliahan saya;
6. Bapak Ir. Kosjoko, S.T., M.T. Selaku Dosen Penguji 1 dari tugas akhir saya yang telah memberikan banyak sekali masukan sehingga banyak wawasan baru bagi saya.

7. Bapak Dr.,Ir. Mokh. Hairul Bahri, S.T.,M.T. Selaku Dosen Penguji 2 yang banyak memberi masukan dan juga kritik maupun saran yang bertujuan baik demi kelancaran tugas akhir saya;
8. Seluruh Dosen pengajar dan juga staff akademik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember yang banyak memberikan ilmu serta pengetahuan bagi saya terkait Teknik Mesin maupun ilmu yang lain;
9. Kepada Kedua Orang Tua saya yang saya cintai: Bapak dan Ibu yang Senantiasa Mendoakan, Memberi Semangat, Mendukung, Memberi Masukan, dan juga Mengarahkankan tentang Kebaikan;
10. Kepada Teman-teman Program Studi Teknik Mesin yang Selalu Mendukung Kelancaran Proses Belajar Penulis;

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyusun tugas akhir ini, namun menyadari masih ada kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pembaca.

Jember, 06 Juli 2026

Hilmi Raharjo  
Nim. 2210641037

## DAFTAR ISI

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL.....               | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN.....          | ii   |
| HALAMAN PERNYATAAN .....         | iii  |
| KATA PENGANTAR .....             | iv   |
| ABSTRAK .....                    | vi   |
| DAFTAR ISI.....                  | viii |
| DAFTAR GAMBAR.....               | ix   |
| DAFTAR TABEL.....                | x    |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....          | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....         | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....        | 4    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....       | 4    |
| 1.4 Batasan Masalah.....         | 4    |
| 1.5 Hipotesis.....               | 5    |
| 1.6 Manfaat Penelitian.....      | 6    |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....     | 7    |
| 2.1 Penelitian Terdahulu .....   | 7    |
| 2.2 Karakteristik PLA .....      | 9    |
| 2.3 <i>Gear</i> .....            | 9    |
| 2.4 <i>3D Printing</i> .....     | 10   |
| 2.5 <i>Bed Temperature</i> ..... | 11   |
| 2.6 Cacat Porositas .....        | 12   |
| 2.7 Pengujian Bending .....      | 13   |
| 2.8 Uji Mikroskop .....          | 14   |
| 2.9 Pengolahan Data.....         | 14   |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN..... | 16   |
| 3.1 Bahan Penelitian.....        | 16   |
| 3.2 Alat dan Bahan .....         | 16   |

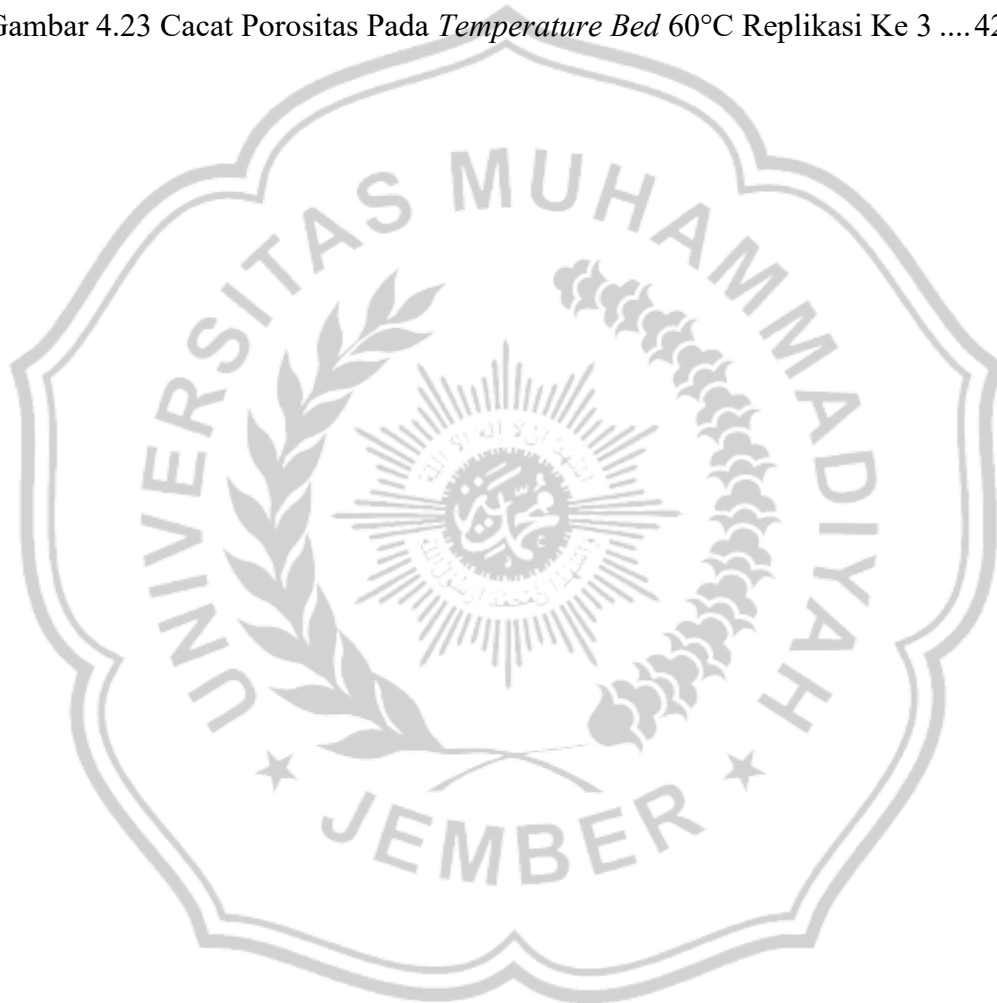
|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 3.2.1 Alat.....                           | 16 |
| 3.2.2 Bahan.....                          | 22 |
| 3.3 Design Penelitian.....                | 23 |
| 3.4 Prosedur Penelitian.....              | 24 |
| 3.5 Penetapan Variabel Penelitian.....    | 25 |
| 3.6 Analisis Penelitian.....              | 25 |
| 3.6.1 Proses <i>3d printing</i> .....     | 25 |
| 3.6.2 Proses Uji Bending.....             | 26 |
| 3.7 Analisis Data Penelitian .....        | 26 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....           | 29 |
| 4.1 Hasil Visual Product 3D Printing..... | 29 |
| 4.1.1 Hasil Uji Bending.....              | 30 |
| 4.1.2 Cacat Porositas .....               | 37 |
| 4.1.3 Hasil Data.....                     | 43 |
| 4.1.4 Pembahasan.....                     | 43 |
| BAB 5 KESIMPULAN.....                     | 46 |
| 5.1 Kesimpulan.....                       | 46 |
| 5.2 Saran.....                            | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                      | 48 |
| LAMPIRAN.....                             | 52 |
| BIODATA PENULIS .....                     | 57 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Proses <i>3d Printing</i> .....                                       | 11 |
| Gambar 2.2 Pembebanan Uji Bending.....                                           | 14 |
| Gambar 3.1 Timbangan.....                                                        | 17 |
| Gambar 3.2 <i>3D Printing</i> .....                                              | 19 |
| Gambar 3.3 Mesin Uji Bending .....                                               | 20 |
| Gambar 3.4 Mistar Ukur .....                                                     | 21 |
| Gambar 3.5 Digital Microscope.....                                               | 22 |
| Gambar 3.6 Filament PLA .....                                                    | 22 |
| Gambar 3.7 Design Penelitian .....                                               | 23 |
| Gambar 3.8 Diagram Alir .....                                                    | 24 |
| Gambar 4.1 Hasil <i>3d printing</i> .....                                        | 29 |
| Gambar 4.2 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 30°C Replikasi 1 .....       | 31 |
| Gambar 4.3 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 30°C Replikasi 2 .....       | 31 |
| Gambar 4.4 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 30°C Replikasi 3 .....       | 32 |
| Gambar 4.5 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 40°C Replikasi 1 .....       | 32 |
| Gambar 4.6 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 40°C Replikasi 2 .....       | 33 |
| Gambar 4.7 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 40°C Replikasi 3 .....       | 33 |
| Gambar 4.8 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 50°C Replikasi 1 .....       | 34 |
| Gambar 4.9 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 50°C Replikasi 2 .....       | 34 |
| Gambar 4.10 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 50°C Replikasi 3 .....      | 35 |
| Gambar 4.11 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 60°C Replikasi 1 .....      | 35 |
| Gambar 4.12 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 60°C Replikasi 2 .....      | 36 |
| Gambar 4.13 Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 60°C Replikasi 3 .....      | 38 |
| Gambar 4.14 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 30°C Replikasi Ke 3 .... | 38 |
| Gambar 4.15 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 40°C Replikasi Ke 1 .... | 39 |
| Gambar 4.16 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 40°C Replikasi Ke 2 .... | 39 |
| Gambar 4.17 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 40°C Replikasi Ke 3 ..   | 40 |

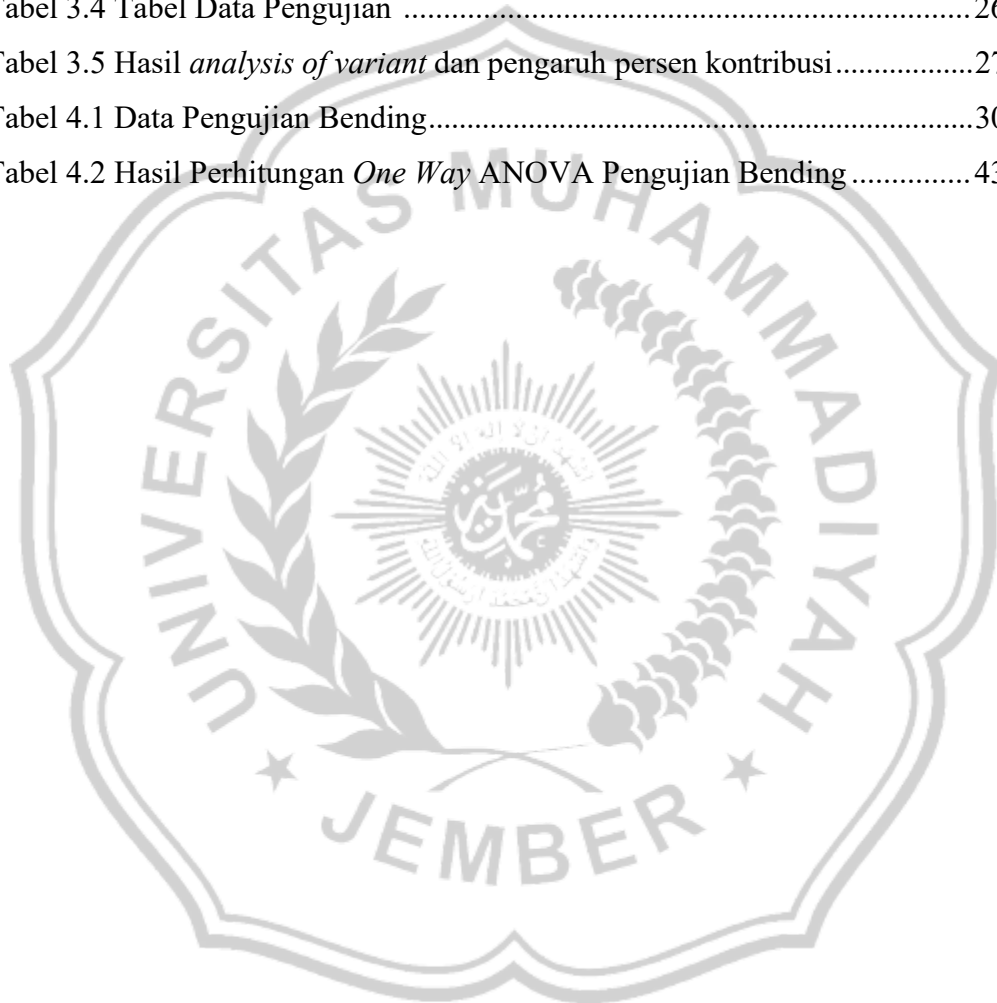


|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.18 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 50°C Replikasi Ke 1 .... | 40 |
| Gambar 4.19 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 50°C Replikasi Ke 2 .... | 40 |
| Gambar 4.20 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 50°C Replikasi Ke 3 .... | 41 |
| Gambar 4.21 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 60°C Replikasi Ke 1 .... | 41 |
| Gambar 4.22 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 60°C Replikasi Ke 2 .... | 42 |
| Gambar 4.23 Cacat Porositas Pada <i>Temperature Bed</i> 60°C Replikasi Ke 3 .... | 42 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Sifat Mekanis PLA.....                                                | 9  |
| Tabel 3.1 Spesifikasi mesin <i>3d printing</i> Bambu Lab A1 .....               | 17 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi mesin uji bending UTM HT – 2402 .....                     | 19 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi Digital Microscope .....                                  | 21 |
| Tabel 3.4 Tabel Data Pengujian .....                                            | 26 |
| Tabel 3.5 Hasil <i>analysis of variant</i> dan pengaruh persen kontribusi ..... | 27 |
| Tabel 4.1 Data Pengujian Bending.....                                           | 30 |
| Tabel 4.2 Hasil Perhitungan <i>One Way</i> ANOVA Pengujian Bending .....        | 43 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 30°C Replikasi 3..... | 52 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 40°C Replikasi 1..... | 52 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 40°C Replikasi 2..... | 53 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 40°C Replikasi 3..... | 53 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 50°C Replikasi 1..... | 54 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 50°C Replikasi 2..... | 54 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 50°C Replikasi 3..... | 55 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 60°C Replikasi 1..... | 55 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 60°C Replikasi 2..... | 56 |
| Lampiran Hasil Uji Bending <i>Bed Temperature</i> 60°C Replikasi 3..... | 56 |

