

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH SUHU *HEATED CHAMBER* PADA
MESIN 3 DIMENSI (3D) *PRINTING* TERHADAP UJI TEKAN
DENGAN BAHAN *POLYLACTIC ACID* (PLA)**



*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*

KHARISMA HANDAYANI

1502620111

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2024

**ANALISIS PENGARUH SUHU *HEATED CHAMBER* PADA MESIN 3
DIMENSI (3D) *PRINTING* TERHADAP UJI TEKAN DENGAN BAHAN
POLYLACTIC ACID (PLA)**

Kharisma Handayani

Dosen Pembimbing : Ahmad Kholil, S.T., M.T., dan Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.

ABSTRAK

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mencari tahu pengaruh suhu *heated chamber* atau pemanasan suhu ruang pada mesin 3D *printing* terhadap nilai uji tekan. Penelitian ini dimulai dengan studi literatur dan tinjauan pustaka untuk memahami dasar teori serta penelitian terkait yang pernah dilakukan sebelumnya. Alat dan bahan penelitian ini menggunakan mesin 3D *printing* merk *Creality Ender 5 Plus* yang sudah di modifikasi dengan *heated chamber* atau pemanas ruang, serta filamen yang digunakan adalah *Polylactic Acid* (PLA). Desain spesimen dibuat sesuai dengan standar ASTM D695. Proses pencetakan dilakukan dengan mesin 3D *printing* menggunakan empat variasi suhu *inlet* yaitu 40°C, 55°C, 60°C, dan *non heater*. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu *inlet* secara signifikan mempengaruhi kekuatan tekan produk, di mana suhu tertentu menghasilkan kekuatan maksimal. Nilai gaya luluh pada suhu *non heater* sebesar 4,51 kN. Nilai gaya luluh pada suhu 40°C sebesar 4,40 kN. Nilai gaya luluh pada suhu 55°C sebesar 4,07 kN. Dan nilai gaya luluh tertinggi terjadi pada suhu 60°C sebesar 5,01 kN. Nilai tegangan luluh pada suhu *non heater* adalah sebesar 94,02 MPa. Nilai tegangan luluh pada suhu 40°C sebesar 91,80 MPa. Nilai tegangan luluh pada suhu 55°C sebesar 84,86 MPa. Sedangkan nilai tegangan luluh tertinggi terjadi pada suhu 60°C sebesar 104,38 MPa. Pengaruh temperatur *heated chamber* berdampak signifikan terhadap nilai gaya luluh (kN) dan tegangan luluh (MPa).

Kata Kunci: 3D *Printing*, *Polylactic Acid*, *Heated Chamber*, Uji Tekan

ANALYSIS OF THE EFFECT OF HEATED CHAMBER TEMPERATURE ON 3 DIMENSION (3D) PRINTING MACHINE ON COMPRESSION TEST WITH POLYLACTIC ACID (PLA) MATERIAL

Kharisma Handayani

Supervising Professor : Ahmad Kholil, S.T., M.T., and Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effect of temperature variations in a heated chamber or room heating on a 3D printing machine on the compressive test values. The research begins with a literature review to understand the theoretical basis and related previous studies. The tools and materials used in this study include a Creality Ender 5 Plus 3D printing machine that has been modified with a heated chamber, and the filament used is Polylactic Acid (PLA). The specimen design follows the ASTM D695 standard. The printing process is carried out using a 3D printing machine with four inlet temperature variations: 40°C, 55°C, 60°C, and non heater. The research results show that inlet temperature variations significantly affect the compressive strength of the product, with certain temperatures yielding maximum strength. The yield strength at the non heater temperature is 4.51 kN. The yield strength at 40°C is 4.40 kN. The yield strength at 55°C is 4.07 kN. The highest yield strength occurs at 60°C with a value of 5.01 kN. The yield stress at the non heater temperature is 94.02 MPa. The yield stress at 40°C is 91.80 MPa. The yield stress at 55°C is 84.86 MPa. The highest yield stress occurs at 60°C with a value of 104.38 MPa. The effect of heated chamber temperature has a significant impact on the value of yield force (kN) and yield stress (MPa).

Keywords: 3D Printing, Polylactic Acid, Heated Chamber, Compression Test

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Analisis Pengaruh Suhu *Heated Chamber* Pada Mesin 3 Dimensi (3D)
Printing Terhadap Uji Tekan Dengan Bahan *Polylactic Acid* (PLA)


Penyusun : Kharisma Handayani

NIM : 1502620111

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,




Ahmad Kholil, S.T., M.T.
NIP. 197908312005011001



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.
NIP. 198310132008121002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Drs. Sopiyan, M.Pd.
NIP. 196412231999031002

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Analisis Pengaruh Suhu *Heated Chamber* Pada Mesin 3 Dimensi (3D) *Printing* Terhadap Uji Tekan Dengan Bahan *Polylactic Acid* (PLA)

Penyusun : Kharisma Handayani

NIM : 1502620111

Tanggal Ujian : 05 Juli 2024

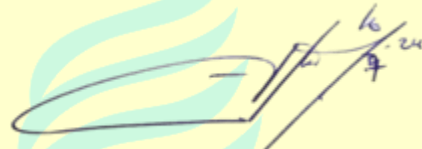
Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Ahmad Kholil, S.T., M.T.
NIP. 197908312005011001

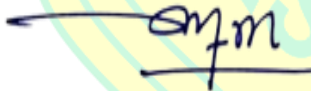
Pembimbing II,



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.
NIP. 198310132008121002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Penguji,



Drs. Sopiyan, M.Pd.
NIP. 196412231999031002

Sekretaris,



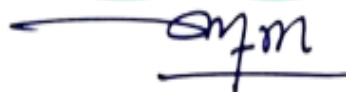
Rani Angrainy, S.Pd., M.T.
NIP. 199201102022032005

Dosen Ahli,



Dra. Ratu Amilia Avianti, M.Pd.
NIP. 196506161990032001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Drs. Sopiyan, M.Pd.
NIP. 196412231999031002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 11 Juni 2024
Yang membuat pernyataan


Rp. 10000
METERAL TEMPEL
5F582ALX158997830

Kharisma Handayani
No. Reg. 1502620111



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

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 : Kharisma Handayani
NIM : 1502620111
Fakultas/Prodi : Teknik / Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : kharisma.handayani27@gmail.com

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

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

yang berjudul :

ANALISIS PENGARUH SUHU HEATED CHAMBER PADA MESIN 3 DIMENSI (3D)
PRINTING TERHADAP UJI TEKAN DENGAN BAHAN POLYLACTIC ACID (PLA)

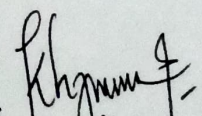
Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin 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, 24 Juli 2024

Penulis


(Kharisma Handayani)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

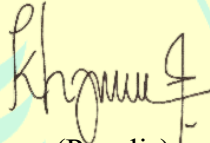
Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana jurusan Pendidikan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta yang berjudul “Analisis Pengaruh Suhu *Heated Chamber* Pada Mesin 3 Dimensi (3D) *Printing* Terhadap Uji Tekan Dengan Bahan *Polylactic Acid* (PLA)”.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan informasi, bimbingan, arahan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ahmad Kholil, S.T., M.T., dan Bapak Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Drs. Sopiyan M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Dosen-dosen Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh Pendidikan S1 di Universitas Negeri Jakarta.
4. Para staff dan karyawan jurusan Pendidikan Teknik Mesin yang telah membantu penulis dalam melaksanakan skripsi.
5. Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada yang telah membantu penulis pada pengujian hasil cetak spesimen dalam skripsi ini.
6. Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan.
7. Dimas Setya Nugraha dan seluruh teman-teman Pendidikan Teknik Mesin UNJ angkatan 2020, yang sudah banyak membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Serta seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan baik dari segi isi ataupun tulisan baik yang disengaja ataupun tidak disengaja. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat khususnya bagi penulis pribadi dan umumnya bagi para pembaca.

Jakarta, 11 Juni 2024


(Penulis)



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
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	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pencetakan 3D.....	5
2.2 <i>Rapid Prototyping</i>	9
2.3 <i>Fused Deposition Modeling</i>	10
2.4 <i>Polylactic Acid</i>	12

2.5	Perpindahan Panas.....	14
2.6	Konveksi.....	14
2.7	Pengaruh Temperatur Lingkungan Pada Proses Pencetakan.....	16
2.8	Uji Tekan	16
2.9	Penelitian Relevan.....	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 20

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.1.1	Waktu Penelitian	20
3.1.2	Tempat Penelitian.....	20
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	20
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	22
3.4	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	23
3.4.1	Studi Pustaka.....	23
3.4.2	Desain Spesimen Sesuai Dengan Standar ASTM D695.....	23
3.4.3	Parameter Cetak Dengan <i>Software Ultimaker Cura</i>	24
3.4.4	Pencetakan Spesimen dengan <i>3D Printer</i>	31
3.4.5	Pengujian Struktur Mikro	36
3.4.6	Pengujian Kekuatan Tekan	38

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL..... 40

4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	40
4.1.1	Hasil Pencetakan Spesimen Tekan Menggunakan <i>Heated Chamber</i>	40
4.1.2	Hasil Data Suhu Ruang yang Diperoleh Menggunakan <i>Heated Chamber</i> .41	
4.2	Analisis Uji Struktur Mikro.....	50
4.3	Analisis Pengujian Tekan.....	55

4.4 Aplikasi Hasil Penelitian	61
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	66



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik filamen PLA	13
Tabel 4. 1 Data Suhu Ruang <i>Heater Off</i>	41
Tabel 4. 2 Data Suhu Ruang 40°C	43
Tabel 4. 3 Data Suhu Ruang 55°C	45
Tabel 4. 4 Data Suhu Ruang 60°C	47
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengujian Tekan	57
Tabel 4. 6 Tabel Nilai Gaya Luluh (kN).....	57
Tabel 4. 7 Tabel Nilai Tegangan Luluh (MPa).....	58
Tabel 4. 8 Tabel Nilai ΔL Saat Gaya Luluh (mm).....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka <i>Creality Ender 5 Plus 3D Printer</i>	6
Gambar 2. 2 Bagian - Bagian Mesin 3D Printing <i>Creality Ender 5 Plus</i>	7
Gambar 2. 3 Bagian Komponen 3D Printing <i>Ender 5 Plus</i>	8
Gambar 2. 4 <i>Creality Ender 5 Plus 3D Printer</i>	9
Gambar 2. 5 Ilustrasi <i>Fused Deposition Modeling</i>	11
Gambar 2. 6 Filamen <i>Polylactic Acid</i>	12
Gambar 2. 7 Gambar <i>Properties</i> Filamen PLA.....	13
Gambar 2. 8 Pengujian Sesuai Standar ASTM	18
Gambar 2. 9 Posisi Pengujian Tekan.....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Desain 2D Spesimen Uji Tekan ASTM D695.....	23
Gambar 3. 3 Desain 3D Spesimen Uji Tekan ASTM D695	24
Gambar 3. 4 <i>Heated Chamber</i>	25
Gambar 3. 5 Proses Mengubah Format (.stl)	27
Gambar 3. 6 Tampilan Beranda <i>Software Ultimaker Cura</i>	27
Gambar 3. 7 Desain 3D Pada <i>Ultimaker Cura</i>	28
Gambar 3. 8 Setting Parameter Material dan Ukuran <i>Nozzle</i>	28
Gambar 3. 9 <i>Setting</i> Parameter <i>Layer Height</i>	28
Gambar 3. 10 <i>Setting</i> Parameter <i>Wall Thickness</i>	29
Gambar 3. 11 <i>Setting</i> Parameter <i>Top/Bottom</i>	29
Gambar 3. 12 <i>Setting</i> Parameter <i>Infill Density</i>	29
Gambar 3. 13 <i>Setting</i> Parameter Suhu <i>Nozzle</i> dan <i>Temperature Bed</i>	30
Gambar 3. 14 <i>Setting</i> Parameter <i>Print Speed</i>	30
Gambar 3. 15 <i>Setting</i> Parameter <i>Support</i> dan <i>Build Plate Adhesion</i>	30
Gambar 3. 16 Menyimpan Dokumen Dengan Format .gcode	31
Gambar 3. 17 Tampilan Awal Mesin 3D Printing.....	31
Gambar 3. 18 Tampilan <i>Settings</i> 3D Printing	32
Gambar 3. 19 Proses <i>Leveling</i>	32

Gambar 3. 20 Proses <i>Refuel</i>	32
Gambar 3. 21 Alat Termometer <i>Data Logger</i>	33
Gambar 3. 22 Kabel <i>Thermocouple</i>	33
Gambar 3. 23 <i>Temperature Controller</i>	34
Gambar 3. 24 Proses Pencetakan Berlangsung	34
Gambar 3. 25 Hasil Cetak Spesimen.....	35
Gambar 3. 26 Proses <i>Quality Control</i> Spesimen.....	35
Gambar 3. 27 Mikroskop Olympus BX51M	36
Gambar 3. 28 Tampilan Awal <i>Software ScopImage</i>	37
Gambar 3. 29 Proses Pemilihan Lensa Objektif	37
Gambar 3. 30 Proses Struktur Uji Mikro	38
Gambar 4. 1 Beberapa Hasil Cetak Spesimen Tekan.....	40
Gambar 4. 2 Grafik Suhu <i>Heater Off</i>	42
Gambar 4. 3 Grafik Suhu <i>Heater 40°C</i>	44
Gambar 4. 4 Grafik Suhu <i>Heater 55°C</i>	46
Gambar 4. 5 Grafik Suhu <i>Heater 60°C</i>	48
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Suhu Ruang.....	49
Gambar 4. 7 Struktur Mikro <i>Heater Off</i>	50
Gambar 4. 8 Struktur Mikro <i>Heater 40°C</i>	50
Gambar 4. 9 Struktur Mikro <i>Heater 55°C</i>	51
Gambar 4. 10 Struktur Mikro <i>Heater 60°C</i>	51
Gambar 4. 11 Analisis Struktur Mikro <i>Void</i>	52
Gambar 4. 12 Analisis Struktur Mikro Ukuran Layer	53
Gambar 4. 13 Analisis Struktur Mikro Kehalusan Layer.....	54
Gambar 4. 14 Spesimen yang Sudah di Uji Tekan.....	56
Gambar 4. 15 Rata - Rata Nilai Gaya Luluh.....	58
Gambar 4. 16 Rata - Rata Nilai Tegangan Luluh.....	59
Gambar 4. 17 Rata - Rata Nilai ΔL Saat Gaya Luluh.....	60
Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Gaya dan Perubahan Panjang Uji Tekan.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi produk yang dihasilkan.....	66
Lampiran 2 Gambar teknik	67
Lampiran 3 Data-data pengukuran	68
Lampiran 4 Data-data hasil pengujian tekan.....	69
Lampiran 5 Data pendukung lain yang berkaitan	74

