

**RANCANG BANGUN SEDOTAN FILTRASI AIR BERBAHAN
POLYLACTIC ACID MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *3D PRINTING***



Renal

NIM: 41321010036

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SEDOTAN FILTRASI AIR BERBAHAN *POLYLACTIC ACID* MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *3D PRINTING*



Disusun oleh

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Nama	:	Renal
NIM	:	41321010036
Program Studi	:	Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH

TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

AGUSTUS 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Renal
NIM : 41321010036
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : RANCANG BANGUN SEDOTAN FILTRASI AIR
BERBAHAN *POLYLACTIC ACID*
MENGUNAKAN TEKNOLOGI *3D PRINTING*

Telah sukses dipresentasikan dalam sidang di hadapan Dewan Penguji dan dinyatakan memenuhi salah satu persyaratan umum memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Ir. Alfian Noviyanto, S.TP., M.T., Ph.D. ()
NIDN : 0319117906
Penguji 1 : Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D ()
NIDN : 0313037707
Penguji 2 : Gilang Awan Yudhistira, ST, MT ()
NIDN : 0320029602

Jakarta, 02 Agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, M.T.

NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr.Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Renal
NIM : 41321010036
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Laporan Skripsi : RANCANG BANGUN SEDOTAN FILTRASI AIR
BERBAHAN *POLYLACTIC ACID*
MENGUNAKAN TEKNOLOGI *3D PRINTING*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 02 Agustus 2025



PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Allah SWT, berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyusun serta menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu. Penyusunan laporan Tugas Akhir adalah salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Sastra Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Pada proses pelaksanaan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak kekurangan sehingga membutuhkan bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

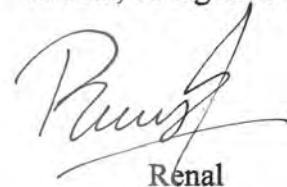
1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Nurato, S.T., M.T., Ph.D. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir.
4. Ir. Alfian Noviyanto, S.TP., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir.
5. Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Firman dan Bapak Dikki selaku Laboran Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan pengarahan terkait proses manufaktur yang tepat untuk digunakan dalam penelitian ini
7. Bapak Suhandi dan Ibu Rohimah selaku orang tua penulis yang tercinta yang telah memberikan dukungan selama awal kuliah hingga akhir serta memberikan doa selama penyusunan laporan Tugas Akhir.
8. Keluarga Teknik Mesin Angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
9. Pihak perpustakaan yang telah memberikan akses kepada penulis untuk dapat melihat referensi penelitian terdahulu.

10. Seluruh dosen pengajar khususnya Dosen Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmunya kepada penulis sehingga penulis dapat kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
11. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu..

Penulis sangat menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan Tugas Akhir dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.



Jakarta, 02 Agustus 2025


Renal

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Akses terhadap air bersih masih menjadi tantangan di berbagai wilayah, terutama bagi masyarakat di daerah terpencil dan individu yang beraktivitas di luar ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun purwarupa sedotan filtrasi air menggunakan teknologi *3D printing* berbahan dasar *Polylactic Acid* (PLA), serta mengevaluasi kekuatan mekanik material dan efektivitas filtrasi air dari alat yang dihasilkan. Proses perancangan dilakukan melalui penyusunan *Product Design Specifications* (PDS), pembuatan tiga konsep desain, dan pemilihan desain terbaik menggunakan metode evaluasi *Pugh Matrix* serta analisis fungsi. Setelah desain terpilih, dilakukan uji tarik eksperimental terhadap spesimen PLA menggunakan tiga pola *infill* berbeda (*Aligned*, *Grid*, dan *Hexagonal*) berdasarkan standar ASTM D638 Type IV, untuk menentukan pola *infill* dengan kekuatan tarik terbaik. Desain akhir dicetak menggunakan pola *Hexagonal* dan diuji menggunakan alat filtrasi berbasis tekanan. Pengujian menunjukkan tekanan air saat filtrasi hanya sekitar 0,03 MPa, jauh di bawah batas tegangan kerja material sebesar 17,3 MPa, sehingga struktur sedotan dinilai aman secara mekanik. Hasil uji filtrasi juga menunjukkan peningkatan kejernihan air setelah melewati proses penyaringan, yang menandakan efektivitas sistem filtrasi. Penelitian ini menghasilkan sedotan filtrasi air yang portabel, efektif, dan ramah lingkungan, serta dapat menjadi alternatif praktis untuk kebutuhan penyaringan air skala kecil di lapangan.

Kata kunci: Sedotan filtrasi air, *3D printing*, *Polylactic Acid* (PLA), pola *infill*, uji tarik.

DESIGN OF WATER FILTRATION STRAW MADE FROM POLYLACTIC ACID USING 3D PRINTING TECHNOLOGY

ABSTRACT

Access to clean water remains a challenge in many regions, particularly for communities in remote areas and individuals engaging in outdoor activities. This study aims to design and develop a prototype of a water filtration straw using 3D printing technology with Polylactic Acid (PLA) material, and to evaluate the mechanical strength and filtration performance of the resulting product. The design process involved the formulation of a Product Design Specification (PDS), the creation of three design concepts, and the selection of the best concept using the Pugh Matrix evaluation method and functional analysis. After selecting the optimal design, tensile testing was conducted on PLA specimens with three different infill patterns (Aligned, Grid, and Hexagonal) based on ASTM D638 Type IV standard to determine the infill pattern with the highest tensile strength. The final prototype was printed using the Hexagonal infill pattern and tested with a pressure-based water filtration device. Experimental results showed that the water pressure during filtration was approximately 0.03 MPa far below the material's working stress limit of 17,3 MPa indicating the structural safety of the straw. The filtration test also showed an improvement in water clarity, demonstrating the effectiveness of the filtration system. This study successfully produced a portable, effective, and environmentally friendly water filtration straw, offering a practical alternative for small-scale water treatment in field conditions.

Keywords: *Water filtration straw, 3D printing, Polylactic Acid (PLA), infill pattern, tensile test.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 SEDOTAN FILTRASI AIR	12
2.3 <i>PRODUCT DESIGN SPECIFICATION</i>	14
2.4 MATRIKS PUGH	15
2.5 PROSES DESAIN	17
2.5.1 Klasifikasi Desain	18
2.5.2 Tahap Proses Desain	18
2.6 <i>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</i>	19
2.7 URGENSI PENGEMBANGAN PRODUK	21
2.8 MATERIAL POLYLACTIC ACID (PLA)	22

2.9 TEKNOLOGI <i>3D PRINTING</i>	25
2.10 METODE PENGUJIAN TARIK	29
2.11 <i>FINITE ELEMENT ANALYSIS</i> (FEA)	32
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	34
3.1.1 <i>Studi Literatur</i>	36
3.1.2 Analisis Purwarupa Sedotan Filtrasi Air	36
3.1.3 Pembuatan Desain Sedotan Filtrasi Air	36
3.1.4 Evaluasi Konsep Desain	37
3.1.5 Pemilihan Desain Terbaik	38
3.1.6 Pembuatan Spesimen Uji Tarik	38
3.1.7 Pengujian Tarik Material PLA	38
3.1.8 Analisis Pengujian Tarik	40
3.1.9 Pencetakan Desain Sedotan Filtrasi Air	41
3.1.10 Pengujian Filtrasi Air	41
3.1.11 Tahap Penarikan Kesimpulan	42
3.2 WAKTU DAN PELAKSANAAN	42
3.3 PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN	43
3.3.1 Spesifikasi Alat	43
3.3.2 Alat untuk Proses Manufaktur dan <i>Assembly</i>	44
3.3.3 Spesifikasi Bahan	45
3.4 METODOLOGI PERANCANGAN PRODUK BERDASARKAN VDI 222146	
3.5 STRUKTUR BAGIAN DALAM SEDOTAN	48
3.6 CARA KERJA <i>3D PRINTING</i>	49
3.7 PERHITUNGAN RATA-RATA DAN STANDAR DEVIASI	51
3.8 ALAT UJI FILTRASI	52
3.9 ANALISIS TEGANGAN PADA DINDING SEDOTAN	53

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 KONSEP DESAIN SEDOTAN FILTRASI AIR	56
4.1.1 Konsep Desain 1	56
4.1.2 Konsep Desain 2	58
4.1.3 Konsep Desain 3	60
4.2 PEMILIHAN KONSEP TERBAIK	61
4.3 PENJELASAN KONSEP TERBAIK BERDASARKAN PDS, KOMPONEN, FUNGSI, DAN FITUR	64
4.3.1 Berdasarkan Product Design Specification	64
4.3.2 Komponen	65
4.3.3 Fungsi	67
4.3.4 Fitur Baru	67
4.4 ESTIMASI BIAYA SEDOTAN FILTRASI AIR	67
4.5 HASIL DAN ANALISIS PENGUJIAN TARIK	68
4.5.1 Perhitungan Rata-rata dan Standar Deviasi	68
4.5.2 Analisis Data Hasil Pengujian Tarik	71
4.5.3 Analisis Tegangan Pada Dinding Sedotan	74
4.5.4 Analisis Kekuatan Komponen Purwarupa Menggunakan Metode <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	76
4.6 HASIL PENCETAKAN DESAIN AKHIR	80
4.7 HASIL PENGUJIAN FILTRASI	81
BAB V PENUTUP	84
5.1 KESIMPULAN	84
5.2 SARAN	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Membrane Solutions Straw Water Filter	14
Gambar 2.2 Siklus Pengambilan Keputusan dalam VDI	20
Gambar 2. 3 Struktur Kimia PLA	23
Gambar 2. 4 Perbandingan Kekuatan Tarik PLA	24
Gambar 2. 5 Mesin 3D Printing	26
Gambar 2. 6 Bentuk-Bentuk Pola Infill 3D Printing	28
Gambar 2.7 Kurva Tegangan Regangan	32
Gambar 2. 8 Ilustrasi Proses FEA	33
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3. 2 Diagram Alir Proses Desain	36
Gambar 3. 3 Spesimen Pengujian Tarik	38
Gambar 3. 4 Alat Uji Tarik	39
Gambar 3. 5 Mekanisme Pengujian Tarik	40
Gambar 3. 6 Alat Uji Filtrasi	42
Gambar 3.7 Filamen PLA	45
Gambar 3. 8 Diagram Alir Metodologi Perancangan Produk Sedotan Filtrasi Air	46
Gambar 3.9 Desain sistem filtrasi sedotan	49
Gambar 3.10 Cara Kerja 3D Printing	50
Gambar 3. 11 Model pengujian sistem filtrasi air	53
Gambar 3. 12 Tekanan <i>Longitudinal</i>	55
Gambar 3. 13 Tekanan <i>Hoop</i>	55
Gambar 4. 1 Konsep Desain 1	57
Gambar 4. 2 Konsep Desain 2	59
Gambar 4. 3 Konsep Desain 3	61
Gambar 4.4 Sistem Penyaringan Internal pada Sedotan Filtrasi Air	66
Gambar 4. 5 Kurva Tegangan–Regangan Material PLA Berdasarkan Pola Infill	72
Gambar 4. 6 Patahan Spesimen	73
Gambar 4.7 Tekanan Air terhadap Struktur Dinding Sedotan	75
Gambar 4.8 Upper Body Cover saat Menahan Gaya Tekan	76
Gambar 4.9 Analisis Tegangan Statik Upper Body Cover saat Menahan Gaya Tekan	77

Gambar 4.10 bagian Lower Body Cover saat Menahan Gaya Tekan	78
Gambar 4.11 Analisis Tegangan Statik Lower Body Cover saat Menahan Gaya Tekan	78
Gambar 4.12 bagian Bottom Cover saat Menahan Gaya Tekan	79
Gambar 4.13 Analisis Tegangan Statik Bottom Cover saat Menahan Gaya Tekan	80
Gambar 4.14 Purwarupa Sedotan Filtrasi Air	81
Gambar 4.15 Hasil Uji Laboratorium	82
Gambar 4.16 kualitas air hasil filtrasi	82



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2. 2 Matriks Pugh (Nguyen, 2009)	16
Tabel 2. 3 Sifat Fisik dan Mekanik Material Polylactic Acid (PLA) (Spina, 2019)	25
Tabel 3. 1 Alat Proses Perancangan	43
Tabel 3. 2 Alat Proses Manufaktur dan Assembly	44
Tabel 4. 1 Komponen Konsep Desain 1	56
Tabel 4. 2 Komponen Konsep Desain 2	58
Tabel 4. 3 Komponen Konsep Desain 3	60
Tabel 4. 4 Matriks 1 <i>Pugh Concept</i>	62
Tabel 4. 5 Matriks 1 <i>Pugh Concept</i>	62
Tabel 4. 6 Matriks 3 <i>Pugh Concept</i>	62
Tabel 4. 7 Estimasi Biaya Purwarupa Sedotan Filtrasi Air	68
Tabel 4. 8 Rata-rata dan Standar Deviasi <i>Tensile Strength</i> Pola <i>Infill Aligned</i>	69
Tabel 4. 9 Rata-rata dan Standar Deviasi <i>Tensile Strength</i> Pola <i>Infill Grid</i>	69
Tabel 4. 10 Rata-rata dan Standar Deviasi <i>Tensile Strength</i> Pola <i>Infill Hexagonal</i>	70
Tabel 4. 11 Rata-rata dan Standar Deviasi <i>Tensile Strength</i> Berdasarkan Pola <i>Infill</i>	71
Tabel 4. 12 Perbandingan Hasil Uji Tarik pada Tiga Pola <i>Infill</i>	72