

**OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP
KUAT TARIK FILAMENT POLIPROPILEN (PP)
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI**



Disusun Oleh :

IDOLA BRILIAN

NIM : 1072209

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KUAT TARIK FILAMENT POLIPROPILEN (PP) MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

Oleh :

Idola Brilian

NIM : 1072209

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



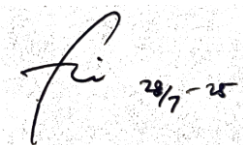
Pristiansyah, S.S.T., M.Eng

Pembimbing 2



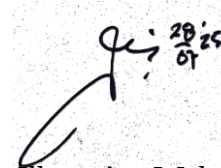
Idiar S.S.T.M.T

Penguji 1



Yang Fitri Arriyani, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Dr. Ilham Ary Wahyudie, S.S.T.,

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Idola Brilian

NIM: 1072209

Dengan Judul : Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik
Filament Polipropilen (PP) Menggunakan Metode Taguchi

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 24 Juli 2024

Nama Mahasiswa

Tanda tangan

Idola Brilian

.....

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada pencarian kombinasi parameter proses yang paling sesuai dalam percetakan 3D menggunakan material polipropilen (PP) untuk memperoleh kekuatan tarik yang optimal. Tiga variable utama suhu *nozzle*, suhu bed, dan ketebalan lapisan diatur pada berbagai level dan di uji menggunakan pendekatan desain eksperimen Taguchi. Melalui serangkaian pengujian tarik pada sampel hasil cetak, diperoleh data untuk dianalisa secara statistika demi menemukan pengaturan parameter yang menghasilkan performa mekanik terbaik. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa konfigurasi suhu *nozzle* 230°C, suhu bed 75°C, dan *layer height* 0,1 mm memberikan nilai kekuatan tarik tertinggi. Selain itu, suhu *nozzle* dan ketebalan lapisan teridentifikasi sebagai faktor yang paling berpengaruh terhadap hasil uji tarik, sementara suhu bed juga berkontribusi terhadap hasil uji tarik, sementara suhu bed juga berkontribusi terhadap kualitas antar lapis. Temuan ini dapat dijadikan acuan dalam pengatur proses manufaktur aditif berbasis filament PP, serta membuktikan efektivitas metode Taguchi dalam proses optimasi parameter pada teknologi pencetakan 3D.

Kata kunci: pencetakan 3D, polipropilen, kekuatan tarik, optimasi parameter, metode Taguchi.

ABSTRACT

his research focuses on finding the most suitable combination of process parameters in 3D printing using polypropylene (PP) material to obtain optimal tensile strength. Three main variables, nozzle temperature, bed temperature, and layer thickness, are set at various levels and tested using the Taguchi experimental design approach. Through a series of tensile tests on the printed samples, data is obtained for statistical analysis to find the parameter settings that produce the best mechanical performance. The results of the study indicate that a nozzle temperature configuration of 230°C, bed temperature of 75°C, and a layer height of 0.1 mm yield the highest tensile strength. Additionally, nozzle temperature and layer thickness are identified as the most influential factors on the tensile test results, while bed temperature also contributes to the tensile test results and the interlayer quality. These findings can serve as a reference in process settings.

Keywords: 3D printing, polypropylene, tensile strength, parameter optimization, Taguchi method.

KATA PENGANTAR

Selamat Pagi ,Salam Sejahtera untuk kita semua

Segala puji bagi Tuhan , puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan KasihNya penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Program Studi D-IV Teknik Mesin Dan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penulis menyadari bahwa Laporan Proyek Akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyusunan maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun ke arah perbaikan dan penyempurnaan laporan ini.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang telah membantu pada saat berlangsungnya Proses Pengerjaan Proyek Ahir dan dalam proses penyusunan laporan ini, di antaranya:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis.
2. Kepada Kedua Orang Tua dan Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan bantuan positif baik secara moral maupun materi.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng., selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir ini
5. Bapak Idiar, S.S.T.,M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan saran dan masukan dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
6. Seluruh Staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dan mendukung penulis

dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir ini.

Penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan yang telah dilakukan oleh semua pihak yang telah membantu penulis, semoga laporan yang penulis susun ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Sungailiat, 24 Juli 2024

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Batasan masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 3D Printing	4
2.2 Prinsip Kerja Mesin 3D Printing	4
2.3 Tipe Mesin 3D Printing FDM.....	4
2.4 Keunggulan Mesin 3D Printing.....	5
2.5 Filament PP (Polipropilen)	5
2.6 Parameter Proses.....	7
2.7 Metode Taguchi	7

2.8	Tahap Analisis	8
2.9	<i>Minitab</i>	9
2.10	Penelitian Sebelumnya.....	9
BAB III METODE PELAKSANAAN.....		11
3.1	<i>Flowchart</i> (Diagram Alir).....	11
3.2	Metode Penelitian	12
3.2.2	Studi Literatur	12
3.3.3	Persiapan Alat dan Bahan	12
3.3.4	Design of Experiment (DoE).....	16
3.3.5	Penentuan Faktor dan Level Experimen.....	16
3.3.6	Pengolahan Data.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		19
4.1	Proses Pengambilan Data.....	20
4.1.1	Spesimen Uji Tarik	21
4.4.2	Data Hasil Eksperiment	22
4.1.3	Pengolahan Data Hasil Eksperiment	22
4.1.4	Uji Konfirmasi	26
BAB V PENUTUP		27
5.1.	Kesimpulan	27
5.2	Saran	27
DAFTAR PUSTAKA.....		29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Spesifikasi Filamen PP	6
Tabel 3. 1 Paramater Proses Penelitian	16
Tabel 3. 2 Desain Faktorial Penelitian	17
Tabel 4. 1 Hasil Uji Tarik.....	19
Tabel 4. 2 Mean Float.....	23
Tabel 4. 3 S/N Rasio.....	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Bagian Mesin 3D Tipe FDM.....	5
Gambar 2. 2 Filament PP (Polipropilen)	6
 Gambar 3. 1 Flowchart	 11
Gambar 3. 2 Mesin 3D Printing Model Haltech H-01 Cartesian	12
Gambar 3. 3 Desain Spesimen di Software Solidwork	13
Gambar 3. 4 View Spesimen di Software Ultimaker Cura 4.11.0	13
Gambar 3. 5 Tampilan Pada Software Minitab	14
Gambar 3. 6 Laptop (sumber: fanaticosdelhardware.com)	14
Gambar 3. 7 Mesin Uji Tarik	15
Gambar 3. 8 Filament PP (polipropilen).....	15
 Gambar 4. 1 Sebelum dilakukan pengujian tarik.....	 21
Gambar 4. 2 Proses Pengujian Tarik	21
Gambar 4. 3 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Tarik	22
Gambar 4. 4 Mean Float.....	23
Gambar 4. 5 Grafik S/N Rasio.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup.....	31
--	----



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi pencetakan 3D saat ini berkembang pesat dan semakin banyak digunakan dalam berbagai disiplin teknik sebagai metode manufaktur yang inovatif dan efisien. Dalam hal ini, penggunaan filamen berbasis polipropilen (PP) menjadi pilihan menarik karena memiliki karakteristik ringan, tahan terhadap bahan kimia, serta menawarkan kekuatan mekanik yang cukup baik untuk berbagai aplikasi. Studi terdahulu pada material serupa, seperti filamen ASA (Acrylonitrile Styrene Acrylate), menunjukkan bahwa pengaturan parameter proses cetak sangat memengaruhi kekuatan tarik produk akhir. (wahyu riyan saputra z. s., 2023). melaporkan bahwa suhu nozzle 240°C, suhu bed 50°C, kecepatan cetak 60 mm/s, serta kecepatan pendinginan 50°C memberikan performa tarik optimal pada filamen ASA.

Dalam upaya meningkatkan performa dan kualitas hasil cetak, Metode Taguchi telah banyak digunakan sebagai alat analisis yang efektif untuk mengurangi variabilitas proses dan mengidentifikasi faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas produk (Rohmat, 2025). Khusus dalam teknologi 3D printing, parameter penting seperti suhu nozzle, kecepatan cetak, dan ketebalan lapisan memainkan peranan krusial terhadap ketahanan mekanik produk cetak, terutama dalam hal kekuatan tarik.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan (Imam Syafa'at, 2022). dengan menggunakan desain eksperimen Taguchi tipe L27 menunjukkan bahwa peningkatan densitas dan variasi pola *infill* secara signifikan memengaruhi nilai kekuatan tarik pada hasil cetak 3D. Ditemukan bahwa walaupun densitas *infill* lebih tinggi umumnya meningkatkan kekuatan, material tersebut juga menjadi lebih rapuh. Sebagai contoh, pada densitas *infill* 30%, pola honeycomb menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 22,64 MPa, lebih unggul dibandingkan pola grid yang hanya mencapai 19,81 MPa. Studi ini juga

menunjukkan pola patahan yang konsisten dengan sudut sekitar 60° pada semua jenis *infill*, mengindikasikan kecenderungan kerusakan yang seragam.

1.2. Rumusan masalah

Rumusan masalah yang ada pada penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu *nozzle*, suhu *bed*, ketebalan lapisan, print speed terhadap kekuatan tarik produk cetak dengan filament polipropilen?.
2. Kombinasi parameter seperti apa yang menghasilkan kuat tarik maksimum pada filament polipropilen?.
3. Parameter mana saja yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap kuat tarik berdasarkan analisis Taguchi?.

1.3. Batasan masalah

Penelitian ini, menetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan teknologi *FDM (Fused Deposition Modelling)* atau *SLA (Stereolithography)*.
2. Penelitian difokuskan pada penggunaan *filament PP (Polipropilen)* saja.
3. Parameter yang diteliti meliputi *nozzle temperature*, *bed temperatur*, *layer height*, dan *Print Speed*.
4. Metode penelitian ini menggunakan Taguchi L27.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh variasi *nozzle temperature*, *bed temperature*, *layer height*, dan *print speed* terhadap kekuatan tarik hasil cetak 3D filament polipropilen, sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruh masing-masing parameter terhadap sifat mekanik produk.
2. Menentukan kombinasi *nozzle temperature*, *bed temperature*, *layer height*, dan *print speed*, yang menghasilkan nilai kuat tarik maksimum pada filament polipropilen, untuk mendapatkan konfigurasi proses optimal dalam teknologi 3D

printing.

3. Menentukan parameter proses yang memiliki pengaruh signifikan serta interaksi antar parameter terhadap kuat tarik produk cetakan, menggunakan analisis metode Taguchi untuk mendapatkan pemahaman faktor kritis dalam proses pencetakan.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 3D Printing

3D printing merupakan teknologi yang memungkinkan pembuatan objek fisik tiga dimensi secara bertahap. 3D printing juga dapat dipahami sebagai proses pembuatan benda 3D yang dirancang melalui komputer dan diterapkan menggunakan 3D printing dan pembuatannya dilakukan secara bertahap (Romario A. Wicaksono, 2021)

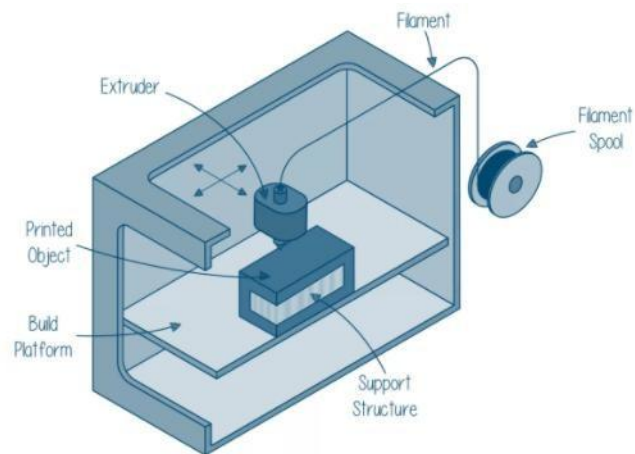
2.2 Prinsip Kerja Mesin 3D Printing

Mesin 3D printing, atau pencetakan tiga dimensi, bekerja dengan prinsip dasar menambahkan material secara bertahap untuk membentuk objek tiga dimensi dari model digital (Silva Zakaria 1, 2023)

2.3 Tipe Mesin 3D Printing FDM

Fused Deposition Modeling (FDM) atau Pemodelan Deposisi Gabungan bekerja dengan cara mengekstrusi *thermoplastic* melalui nozzle yang dipanaskan hingga mencapai suhu lelehnya. Proses pencetakan dilakukan secara bertahap, lapis demi lapis. Tipe ini merupakan salah satu yang paling terjangkau dibandingkan dengan tipe lainnya, ramah lingkungan, dan memiliki waktu pencetakan yang relatif cepat. Namun, salah satu kelemahan dari FDM adalah hasil cetakannya yang kurang halus (Gita Suryani Lubis, 2021). Mesin bertipe FDM ditunjukkan pada gambar 2.1.

FDM Technology



Gambar 2. 1 Bagian Mesin 3D Tipe FDM

(sumber: Printer 3D Berteknologi FDM – Bony3D – Design & 3D Printing)

2.4 Keunggulan Mesin 3D *Printing*

Keunggulan mesin 3D *printing* antara lain:

1. Biaya produksi rendah
2. *Prototyping* yang cepat
3. Material Beragam
4. Hasil lebih akurat
5. Aksesibilitas

2.5 Filament PP (Polipropilen)

Filament PP (Polipropilen) adalah salah satu jenis material yang digunakan dalam pencetakan 3D, khususnya dalam teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM). Berikut adalah beberapa informasi penting mengenai filament PP

Kelebihan:

- a. Ringan
- b. Kekuatan dan Ketahanan
- c. Ramah Lingkungan

Kekurangan:

- a. Adhesi yang buruk
- b. Warping
- c. Keterbatasan Warna

Gambar filament PP yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 Filament PP (Polipropilen)

Informasi spesifikasi pada filament PP yang menjadi acuan pada penelitian ini di tunjukan pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Spesifikasi Filamen PP

Spesifikasi Filamen	
<i>Filament Diameter</i>	1,75 mm
<i>Print Temperature</i>	230°C - 250°C
<i>Print Bad Temperature</i>	60°C - 80°C
<i>Roundness Tolerance</i>	0,01 - 0,02 mm

<i>Net Weight</i>	1 kg/roll
<i>Infill Speed</i>	20 mm/s-50 mm/s

2.6 Parameter Proses

Berikut parameter yang digunakan untuk proses pencetakan 3D *printing*:

1. *Nozzle Temperature*

Merupakan suhu di mana filament dilelehkan saat diekstrusi. Jika suhu terlalu rendah, filament tidak akan meleleh dengan baik, sedangkan jika suhu terlalu tinggi, dapat menyebabkan degradasi material.

2. *Bed Temperature*

Suhu pada alas cetak yang diatur untuk memastikan lapisan pertama menempel dengan baik.

3. *Print Speed*

Kecepatan pergerakan nozzle saat mengekstrusi filament pada sumbu X dan Y. Kecepatan yang terlalu tinggi dapat mengurangi kualitas cetakan, sementara kecepatan yang terlalu rendah akan memperpanjang waktu pencetakan. *Cooling Speed* Merupakan kecepatan kipas pendingin yang digunakan selama pencetakan.

4. *Layer Height*

Ketebalan setiap lapisan yang dicetak. Ketebalan yang lebih tipis akan memberikan detail yang lebih baik, tetapi akan memperlambat proses pencetakan. Sebaliknya, menggunakan lapisan yang lebih tebal akan mempercepat waktu pencetakan, tetapi dapat mengurangi detail. *Infill Density* Kepadatan pengisian internal cetakan. Penggunaan persentase yang tinggi akan memperkuat cetakan tetapi memakan material dan waktu yang lebih banyak, tipe-tipe pola *infill*: *grid, lines, triangles, tri hexagon, cubic*

2.7 Metode Taguchi

Metode Taguchi adalah sebuah metodologi dalam bidang teknik yang berguna untuk meningkatkan kualitas produk dan proses secara bersamaan, serta mengoptimalkan penggunaan biaya dan sumber daya. Tujuan dari metode

Taguchi adalah untuk membuat hasil dan berbagai elemen seperti bahan, peralatan manufaktur, tenaga kerja, dan kondisi operasional lebih tahan terhadap variabilitas. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, yaitu komposisinya yang kompleks, yang memerlukan ketelitian dan kesesuaian dengan tujuan penelitian. Metode Taguchi menggunakan desain eksperimen ortogonal untuk mengurangi jumlah percobaan yang diperlukan tanpa mengorbankan kualitas data, sehingga memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi efek dari beberapa faktor secara bersamaan. (Silsa Zakaria 1, 2023)

2.8 Tahap Analisis

Tahap analisis adalah fase di mana proses pengumpulan dan pengolahan data dilakukan. Data yang telah dikumpulkan akan dikelola, dihitung, dan disajikan sesuai dengan desain tampilan yang telah ditentukan. S/N Ratio (*Signal to Noise Ratio*) adalah analisis yang digunakan untuk menyimpulkan pengaruh dan nilai optimal dari faktor-faktor yang telah ditetapkan sebelumnya terhadap karakteristik hasil eksperimen dengan kualitas tinggi. Berikut adalah karakteristik kualitas dari S/N Ratio:

1. *Smaller is Better*

Adalah tipe karakteristik yang dimana semakin kecil akan semakin baik kualitasnya dengan batas nilai nol dan non-negatif, jadi nilai yang mendekati nol adalah nilai terbaik.

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \dots \dots \dots (2.1)$$

Yakni:

n = Jumlah Pengulangan yang dilakukan

y = data dari hasil uji coba

2. *Nominal is Best*

Tipe karakteristik ini memiliki nilai yang terbatas, di mana nilai yang sama atau mendekati nilai yang ditentukan dianggap sebagai nilai terbaik.

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]$$

$$\left(\begin{array}{c} \chi \\ - \\ \chi \\) \\ n \end{array} \right] \dots\dots\dots (2.2) \quad \text{---}$$



Yakni:

n = Jumlah pengulangan yang dilakukan

y = data dari hasil uji coba

1. *Large is Better*

adalah salah satu karakteristik kualitas yang digunakan dalam metode Taguchi saat melakukan optimasi desain eksperimen, pada tipe ini semakin besar nilai maka semakin baik.

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(1/y_i)}{n} \right] \dots \dots \dots (2.3)$$

Yakni:

n= Jumlah pengulangan yang dilakukan

y= data dari hasil uji coba

2.9 *Minitab*

Minitab adalah *software* yang dibuat untuk melakukan pengolahan statistik, *Minitab* dianggap sebagai *software* statistik yang kuat, selain itu *Minitab* juga dapat digunakan untuk model univariat dan multivariat karena dapat digunakan dengan data primer dan sekunder. *Minitab* juga melibatkan penggunaan *microsoft excel* yang berfungsi untuk melakukan analisis statistik yang kompleks, dilengkapi dengan model statistik yang digunakan dalam desain eksperimen seperti model DoE dan Taguchi, juga dilengkapi melalui pemodelan regresi nonlinier. (pristiansyah h. , 2019)

2.10 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh (Pristiansyah I. A., 2024) yang berjudul Pengaruh Parameter Proses pada Pencetakan 3d Printing terhadap Transparansi Filamen Petg Menggunakan Metode Taguchi. Penelitian ini menggunakan metode taguchi L27. Berdasarkan penelitian, nilai transparansi tertinggi yang diperoleh yaitu dengan

rata-rata 53 lux dan yang terendah adalah dengan rata-rata 168.667 lux,



sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat transparansi tertinggi adalah spesimen hasil pencetakan dengan nilai parameter nozzle temperature (250°C), infill overlap percentage (70%), dan layer height (0,05 mm).

Penelitian yang dilakukan oleh (Rovi Avriansah, 2022) yang berjudul Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kekuatan Tarik Filament Polyethelen Therepthalet Glycol Penelitian ini menggunakan metode taguchi L9 dengan 3 faktor dan 3 level, pada hasil pengujian yang telah dilakukan, bahwa nilai kuat tarik tertinggi dengan nilai 31,2 MPa, sedangkan nilai kuat tarik terendah dengan nilai 24,7 MPa. nilai yang optimal untuk kekuatan tarik filament PETG yaitu Bed Temperature (70°C), Nozzle Temperature (230°C), Wall Thickness (0,8 mm), dan Infill Speed (40 mm/s). parameter proses yang paling berpengaruh berturut-turut yaitu bed temperature, Nozzel Temperature, Wall Thickness, dan Infill speed.

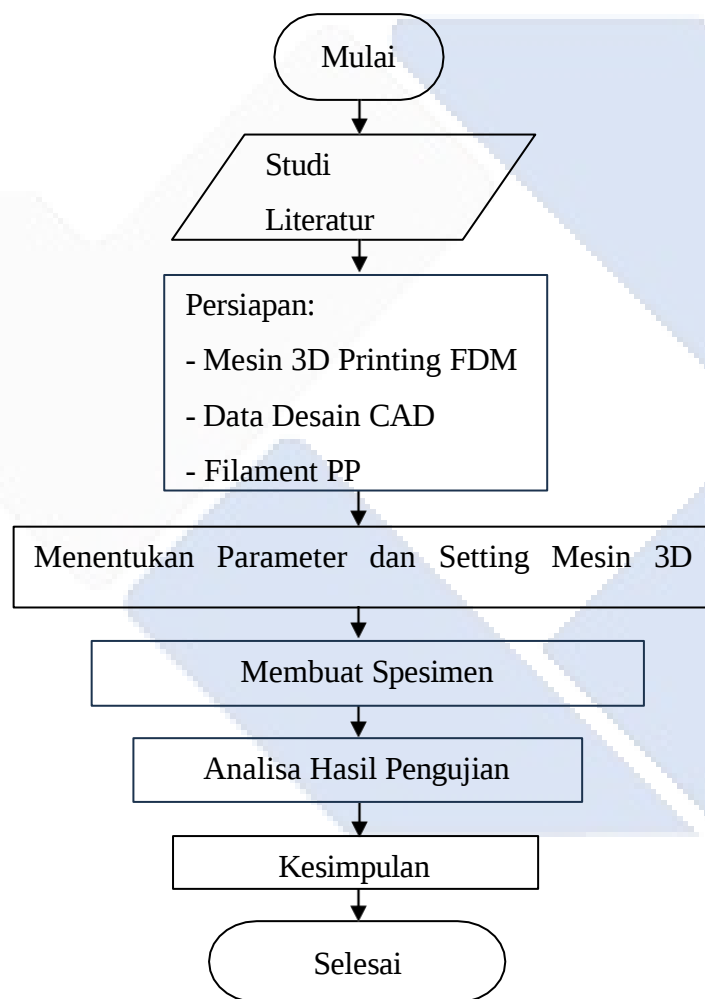
Penelitian yang dilakukan oleh (Redy, 2023) dengan judul Optimasi Parameter Produk 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Menggunakan Filamen TPU (Thermoplastic Polyurethane) Penelitian ini menggunakan taguchi L9 dengan 3 faktor dan 3 level yang mencetak 27 benda uji. Sehingga diperoleh skor tertinggi pada uji tarik dengan percobaan nomor 7 sebesar 12,97 MPa dan nilai uji tarik terendah diperoleh pada percobaan nomor 2 dengan nilai 11,87 MPa. Untuk hasil perhitungan rasio S/N, faktor yang paling berpengaruh adalah orientasi Z.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

3.1 Flowchart (Diagram Alir)

Langkah-langkah pada penelitian ini terdapat pada *flowcart* (Diagram Alir) yang ada pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Flowchart

3.2 Metode Penelitian

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah proses pencarian referensi yang berkaitan dengan kasus konflik yang sedang diteliti. Referensi ini mencakup berbagai sumber, seperti jurnal, buku, laporan, artikel, dan situs web. Studi literatur ini berfungsi untuk mendukung pelaksanaan eksperimen atau penelitian.

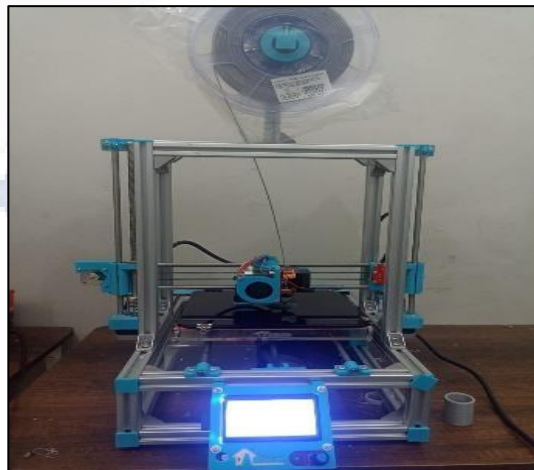
3.3.3 Persiapan Alat dan Bahan

1. Alat

Berikut peralatan-peralatan pada penelitian ini:

1. Mesin 3D Printing

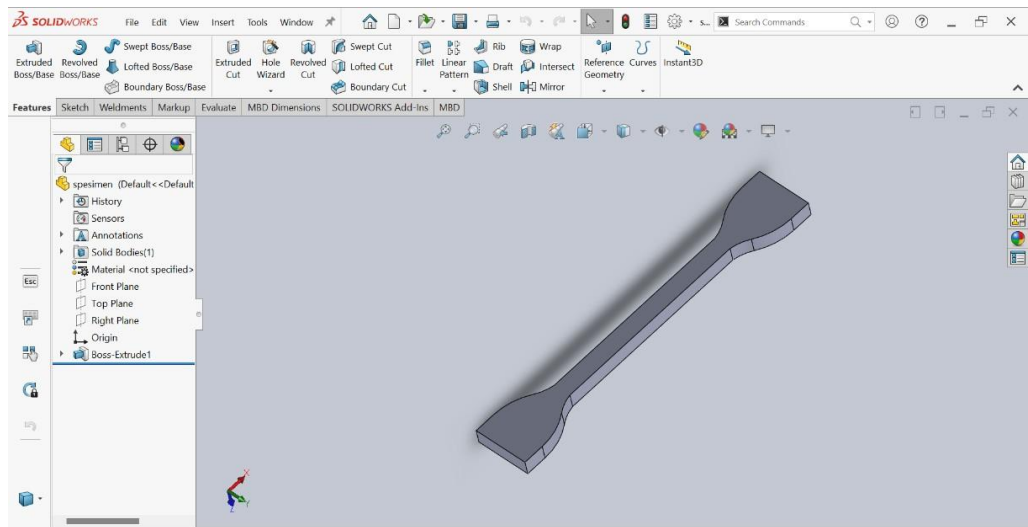
Menggunakan mesin *Model Haltech H-01 cartesian*, memiliki *printing are* X Y Z, 210 mm x 210 mm x 300mm yang ditunjukkan pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Mesin 3D Printing Model Haltech H-01 Cartesian

2. Software Solidwork

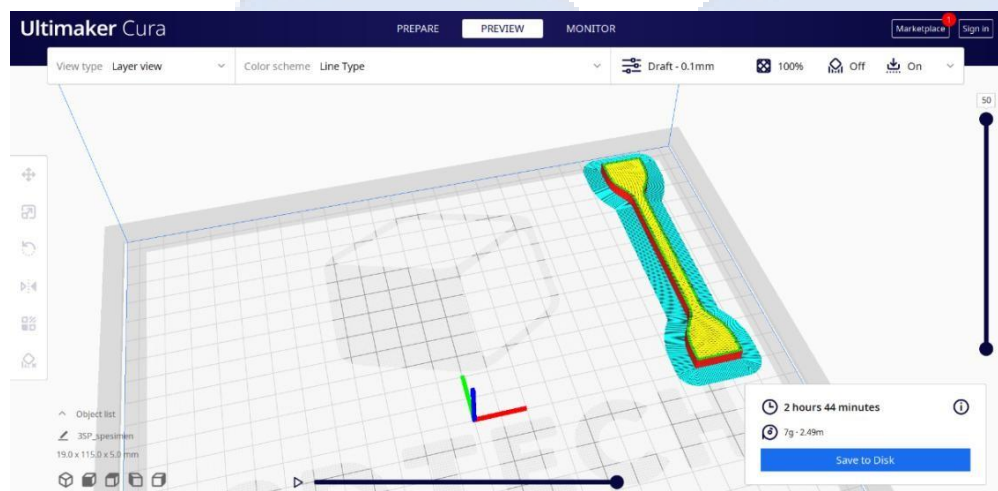
Software ini digunakan untuk mendesain spesimen yang akan di jadikan untuk bahan kuat tarik. Pada *Software* ini file akan *export* dengan format STL. Desain spesimen disoftware ini ditampilkan pada gambar 3.4



Gambar 3. 3 Desain Spesimen di Software Solidwork

3. Software Ultimaker Cura 5.7.0

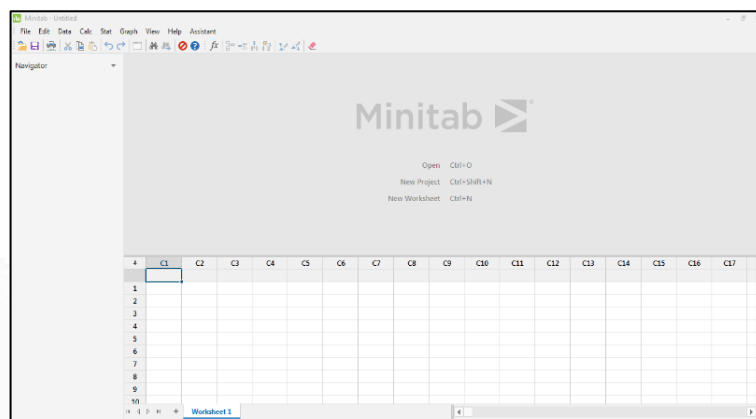
Software ini akan membaca file STL dan dapat mengatur parameter yang akan digunakan saat pencetakan pada software file akan di simpan dalam bentuk *g-code*, tampilan spesimen pada software ini terdapat pada gambar 3.5



Gambar 3. 4 View Spesimen di Software Ultimaker Cura 4.11.0

4. Software Minitab 19

Software ini digunakan untuk membantu menganalisis statis dan pengolahan data yang akan dilakukan dalam menentukan variasi parameter atau faktor-faktor yang berpengaruh terhadap variabel pada metode *Design of Experiment* (DoE). Tampilan software Minitab ditunjukkan pada gambar 3.6



Gambar 3. 5 Tampilan Pada Software Minitab

5. Laptop

Laptop digunakan untuk menjalankan *Software Autodesk Fusion 360*, *Software Ultimaker Cura 5.7.0* dan *Minitab*, yang ditunjukkan pada gambar 3.7



Gambar 3. 6 Laptop (sumber: fanaticosdelhardware.com)

6. Alat Uji Tarik

Dalam penelitian ini pengujian tarik pada spesimen menggunakan mesin tarik *Universal Testing Machining* yang bermerek *Zwick Roell Z020*, yang ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Mesin Uji Tarik

1. Bahan

Berikut ini bahan yang digunakan pada penelitian ini *Filament* PP. *Filament* ini merupakan variasi *Polyethylene Terephthalate* (PET) yang telah dimodifikasi dengan penambahan glycol untuk meningkatkan sifat-sifat tertentu. Gambar filament ini terdapat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Filament PP (polipropilen)

3.3.4 Design of Experiment (DoE)

Dalam penelitian ini, Design of Experiment (DoE) diterapkan untuk mengidentifikasi faktor dan variasi parameter, serta menetapkan tingkat variasi parameter yang akan digunakan dalam proses slicer Ultimaker Cura. Tujuannya adalah untuk menentukan hasil percobaan yang optimal sekaligus mengumpulkan informasi yang banyak mengenai faktor-faktor yang memengaruhi parameter dalam optimasi produk printer 3D. Metode "one change at a time" memiliki risiko, karena pelaksanaan eksperimen harus mampu mengidentifikasi faktor masukan yang signifikan terhadap hasil akhir, tetapi terbatas oleh ketidakmampuan untuk mengubah faktor lain demi menjaga stabilitas variabel. Penelitian ini menggunakan parameter: Infill Density (%), Print Speed (mm/s), dan Layer Height (mm).

3.3.5 Penentuan Faktor dan Level Experimen

Pemilihan parameter proses dipengaruhi oleh metode yang digunakan, yang melibatkan faktor-faktor dan eksperimen, parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Bed Temperature* ($^{\circ}\text{C}$), *Print Speed* (mm/s), *Layer Height* (mm), *Nozzle Temperature* ($^{\circ}\text{C}$). Eksperimen ini menggunakan *design taguchi* L27 dengan 4 faktor dan 3 level di tunjukan pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Paramater Proses Penelitian

Faktor	Parameter Proses	Level		
		1	2	3
1	<i>Bed Temperature</i> ($^{\circ}\text{C}$)	75	65	55
2	<i>Print Speed</i> (mm/s)	40	60	80
3	<i>Layer Height</i> (mm)	0,1	0,2	0,3
4	<i>Nozzle Temperature</i> ($^{\circ}\text{C}$)	230	240	250

Tabel 3. 2 Desain Faktorial Penelitian

<i>Exp.</i>	<i>Nozzle</i> <i>Temperature (°C)</i>	<i>Bed</i> <i>Temperatur (°C)</i>	<i>Layer</i> <i>Height (mm)</i>	<i>Print</i> <i>Speed</i>
1	230	75	0,1	40
2	230	75	0,1	40
3	230	75	0,1	40
4	230	75	0,2	60
5	230	75	0,2	60
6	230	75	0,2	60
7	230	75	0,3	80
8	230	75	0,3	80
9	230	75	0,3	80
10	240	65	0,1	40
11	240	65	0,1	40
12	240	65	0,1	40
13	240	65	0,2	60
14	240	65	0,2	60
15	240	65	0,2	60
16	240	65	0,3	80
17	240	65	0,3	80
18	240	65	0,3	80
19	250	55	0,1	40
20	250	55	0,1	40
21	250	55	0,1	40
22	250	55	0,2	60
23	250	55	0,2	60
24	250	55	0,2	60

25	250	55	0,3	80
26	250	55	0,3	60
27	250	55	0,3	60

Pengujian dengan desain faktorial L27 dapat memberikan pengaruh *nozzle temperature*, *bed temperature*, *layer height*, dan *print speed* hasil cetak. Kombinasi suhu *nozzle* 230°C dan *bed* 75°C dengan *layer height* 0,1mm dan *print speed* 40mm/s menghasilkan hasil cetak terbaik dari segi kualitas permukaan, sementara parameter dengan *nozzle* 250°C dan *bed* 55°C lebih berisiko mengalami masalah seperti warping degradasi material.

3.3.6 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data hasil maka langkah selanjutnya yaitu memasukkan data yang telah ada ke dalam *software* Minitab untuk mengolah data tersebut, kemudian data yang sudah diolah akan diolah kembali menggunakan *microsoft excel* untuk mendapatkan parameter proses yang paling terbaik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengambilan data penelitian ini dilakukan dengan cara menggabungkan parameter proses yang ada di mesin 3D *printing*. Adapun proses parameter yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik permukaan adalah *nozzle temperature*, *bed temperature*, *layer height & print speed* dapat dilihat pada Tabel 4.1 hasil pengujian kuat tarik.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Tarik

Exp	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-Rata
1	52,1	52,1	52,9	52,36
2	52,1	52,1	52,9	52,36
3	52,1	52,1	52,9	52,36
4	48,6	48,5	48,8	48,63
5	48,6	48,5	48,8	48,63
6	48,6	48,5	48,8	48,63
7	44,7	44,7	44,9	44,76
8	44,7	44,7	44,9	44,76
9	44,7	44,7	44,9	44,76
10	51,4	52,0	51,9	51,76
11	51,4	52,0	51,9	51,76
12	51,4	52,0	51,9	51,76
13	48,9	49,9	50,5	49,76
14	48,9	49,9	50,5	49,76
15	48,9	49,9	50,5	42,70
16	43,8	40,6	43,7	42,70
17	40,6	43,7	41,2	42,70

18	40,6	43,7	41,2	42,70
19	40,6	43,7	41,2	41,63
20	41,9	41,8	52,9	41,63
21	41,9	41,8	52,9	41,63
22	41,9	41,8	52,9	50
23	48,6	48,5	44,8	50
24	48,6	48,5	44,8	50
25	48,6	48,5	44,8	44,73
26	44,7	44,7	44,6	44,73
27	44,7	44,7	44,6	44,73

Hasil rata-rata dari pengujian tarik di dalam table 4.1. ini menunjukkan pada hasil uji tarik yang berbeda. Pengujian ini dilakukan menggunakan kombinasi pengaturan parameter yang diturunkan berdasarkan *output* parameter yang diturunkan dari hasil beberapa parameter proses yang maksimal dengan proses dan level yaitu : *print speed* (40), *suhu nozzle* (230° C), *suhu bed* (75° C), *layer height* (0,1 mm) kekuatan tarikk dari 3 pengulangan sebesar 52,36 Mpa.

4.1 Proses Pengambilan Data

Pada proses pengambilan data terdapat beberapa proses yang harus dilakukan secara berurutan. Proses ini diawali dengan studi literature, maka selanjutnya membuat spesimen uji tarik menggunakan filament *polypropylene* dengan *nozzle temperature* 230, 240, 250 dan *layer thickness* spesimen 0,1,02, 03, selama 416 jam (kurang lebih tiga minggu) sehingga didapatkan masing- masing 27 spesimen dan replikasi sebanyak 3 kali dengan jumlah total spesimen 81. Spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM D638-IV dengan ukuran panjang 115 mm, lebar 19 mm, tebal 5 mm. Hasil cetakan spesimen uji dapat dilihat pada



Gambar 4. 1 Sebelum dilakukan pengujian tarik

4.1.1 Spesimen Uji Tarik

Ketika semua benda uji telah dibuat dan diberi tanda, maka langkah selanjutnya menyiapkan mesin uji tarik dan komputer yang akan digunakan, selanjutnya memasang dan mengatur titik nol pada benda uji dalam mesin uji, mengisi data material pada *method window* dan melakukan pengujian dengan menekan tombol TEST pada komputer untuk menghasilkan kekuatan tarik spesimen. Kegiatan pengujian tarik spesimen ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Proses Pengujian Tarik

Ketika semua spesimen uji telah melakukan pengujian tarik, maka menghasilkan spesimen dengan uji kondisi telah terputus. Hasil spesimen uji yang telah di uji tarik menggunakan mesin dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Spesimen Setelah Dilakukan Uji Tarik

4.4.2 Data Hasil Eksperiment

Pengujian tarik dilakukan menggunakan alat uji tarik model *Universal Testing Machining Zwick Roell Z020 Xforce K*. Dimana, nilai kekuatan didapatkan secara otomatis setelah spesimen terputus. Nilai kekutan tarik ditunjukkan pada tabel 4.2. Dilihat dari hasil rata-rata kekuatan tarik pada tabel 4.3. ini menunjukkan adanya perbedaan nilai kekuatan uji tarik. Setiap parameter menghasilkan dengan parameter proses yang berbeda, pengujian ini juga dilakukan menggunakan kombinasi pengatur parameter yang diperoleh dari hasil yang terbaik dengan parameter proses dan level yaitu: *Nozzle Temperatur (230°C)*, *Bed temperature (75°C)*, *Print Speed (40 mm/s)*, *Layer Height (0,1 mm)*, dengan kekuatan tarik dari 3 replikasi pengujian sebesar 52,36 Mpa.

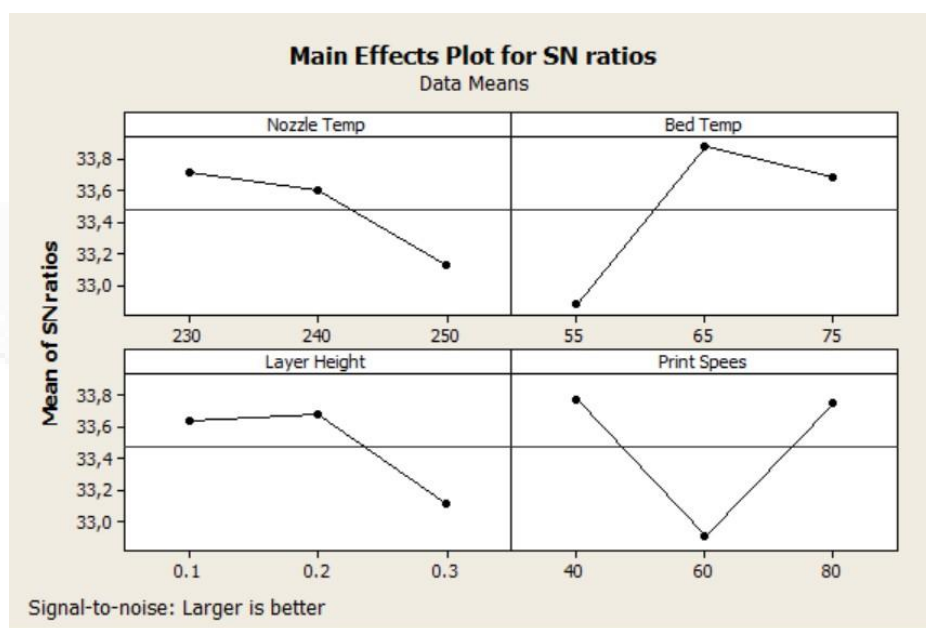
4.1.3 Pengolahan Data Hasil Eksperiment

Data hasil pengujian dilakukan untuk memperoleh pengatur parameter proses yang optimal dan berpengaruh terhadap hasil uji tarik menggunakan Taguchi. Pengolahan data ini menggunakan *software analisis*, dimana nilai data hasil pengujian tersebut dimasukkan ke dalam *software analisis*. Minitab untuk

mendapatkan hasil *Mean Flot* dan *Rasio*.

- Grafik *Mean Float*

Kemudian tampilan *Analyze Taguchi Design* sehingga menampilkan hasil *Signal to Noise Ratio* dan *Means*. Hasil perhitungan *Mean Float* ditunjukkan pada Gambar 4.4. dan Tabel 4.1.



Gambar 4. 4 Mean Float

Tabel 4. 2 Mean Float

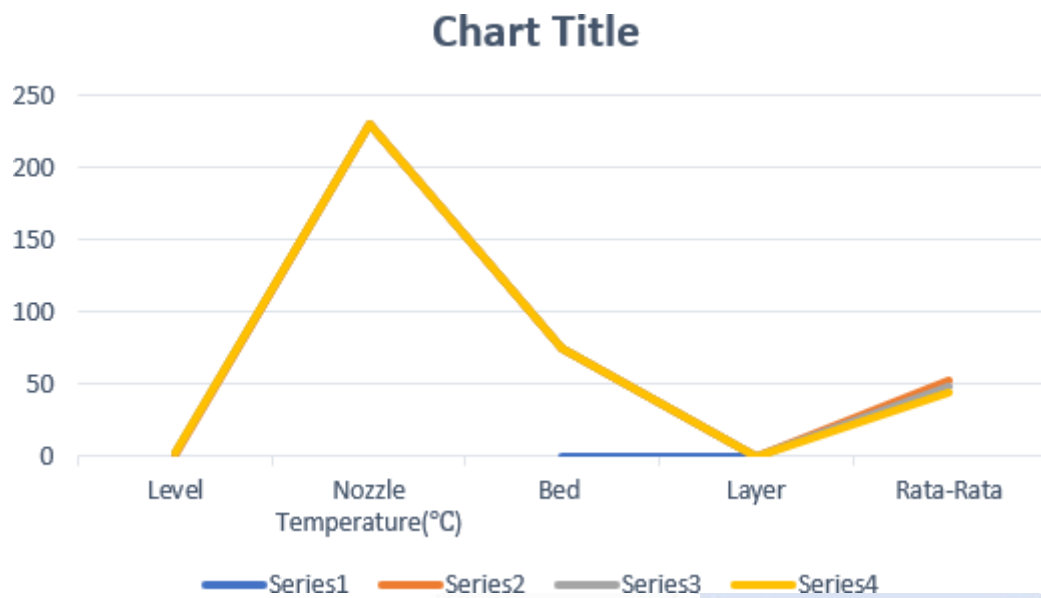
Response Table for Means

	Nozzle		Layer	Print
Level	Temp	Bed Temp	Height	speed
1	48,59	44,07	48,36	48,96
2	48,08	49,47	48,38	44,32
3	45,46	48,59	45,39	48,84
Delta	3,13	5,40	2,99	4,63

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari data pengujian, data diolah secara grafis seperti pada gambar 3. Parameter suhu *nozzle* dan kecepatan pencetakan,serta bentuk geometris sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik benda uji, sehingga hasil uji tertinggi dan terendah untuk setiap produk uji.

- Grafik *S/N Rasio*

Berdasarkan Tabel 6. Parameter proses yang paling berpengaruh pada penelitian kekuatan tarik adalah *nozzle temperature*, *print speed*, *bed temperature*, *layer height*. Dari grafik tersebut terdapat alasan karena parameter yang paling berpengaruh besar dengan dampak tinggi dan tingkat faktor yang paling terbaik dari nilai S/N Rasio adalah pada proses parameter yang memiliki pengaruh besar,serta tingkat faktor dan nilai respon yang terbaik yaitu, *Nozzle Temperature* (230°C), *Bed Temperature* (75°C), *Layer Height* (0,1 mm), *print speed* (40 mm/s)



Gambar 4. 5 Grafik S/N Rasio

Tabel 4. 3 Tabel S/N Rasio

Response Table for Signal to Noise Ratios
Larger is better

	Suhu nozzel	bed temperature	layer height	print speed
Level				
1	33,71	32,95	33,64	33,85
2	33,60	33,88	33,75	32,91
3	33,20	33,68	33,11	33,75
Delta	0,52	0,93	0,64	0,95
Rank	4	2	3	1

Berdasarkan Gambar 4.3. dan Tabel 4.5, parameter proses optimal terhadap kekuatan tarik, yaitu suhu *nozle* (230°C), *bed temperature* (75°C), *layer height* (0,1 mm) *print speed* (40 mm/s).

4.1.4 Uji Konfirmasi

Setelah mendapatkan parameter optimum dilanjutkan dengan melakukan uji konfirmasi menggunakan parameter yg optimum tersebut.

Gambar 4.6. Uji Konfirmasi

Exp	Replikasi	Replikasi	Replikasi	Rata-Rata
	1	2	3	
1	52,8	53,1	53,2	53,03

Rata-Rata nilai kuat tarik untuk uji konfirmasi dari parameter yang optimum adalah 53,03 Mpa

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengkaji pengaruh variasi suhu nozzle, suhu bed, ketebalan lapisan, dan kecepatan cetak terhadap kekuatan tarik produk hasil cetak 3D menggunakan filamen polipropilen. Dari hasil analisis dengan metode Taguchi, ditemukan kombinasi parameter proses yang mampu menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi parameter-parameter yang memiliki efek signifikan serta interaksi antar faktor yang berperan penting dalam peningkatan sifat mekanik produk cetak. Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai pengaturan parameter kunci dalam proses 3D printing filamen polipropilen untuk mencapai hasil cetak dengan kekuatan tarik yang optimal.

5.2 Saran

Sebaiknya dilakukan pengujian lebih lanjut dengan memperluas variasi parameter, termasuk faktor lain seperti pola isi (infill) serta orientasi cetak, guna mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pengaruh parameter terhadap kekuatan tarik filamen polipropilen.

Penggunaan teknik optimasi alternatif, seperti Response Surface Methodology (RSM) atau gabungan antara metode Taguchi dan ANOVA, dapat membantu memperoleh model prediksi yang lebih akurat dalam menganalisis sifat mekanik hasil cetak.

Penelitian berikutnya dianjurkan mengeksplorasi aplikasi filamen polipropilen pada produk dengan pengujian sifat mekanik lain, misalnya kekuatan lentur, ketahanan aus, serta analisis kelelahan material, agar evaluasi performa produk lebih menyeluruh.

Peningkatan kualitas mesin 3D printer dan penerapan kontrol parameter proses secara real-time juga sangat disarankan untuk mengurangi variasi hasil cetak serta

memastikan konsistensi dalam kekuatan tarik produk jadi.

Selain itu, studi mengenai dampak perlakuan pasca-cetak seperti annealing atau metode finishing permukaan dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas mekanik sekaligus penampilan produk berbahan polipropilen.



DAFTAR PUSTAKA

- Aryntya Firia Ferlania, D., & Abdullah, I. (2024b). *STUDI PENGOPTIMALAN PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KEKUATAN TARIK FILAMEN PLA+ DENGAN PENDEKATAN METODE TAGUCHI*. 5(3).
- Ferdiansyah, A., Teknik Mesin, J., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2022). Pengaruh Parameter Proses Pada 3D Printing FDM Terhadap Kekuatan Tarik Filament ABS CCTREE. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 14(01).
- Gita Suryani Lubis, Muhammad Taufiqurrahman, Muhammad Ivanto. (n.d.). *Analisa Pengaruh Parameter Proses Terhadap Uji Tarik Produk Hasil 3D Printing Berbahan Polylatic Acid. Analisis Pengaruh Bentuk Infill* (n.d.). <https://www.sd3d.com>
- Hafizi Pratama, W., Teknik Mesin, H., Mesin, T., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2021). *Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Material Filamen PLA + Menggunakan Metode Taguchi*. 3(1).
- Hidayat, R. F., Nugroho, W., & Budiyanoro, C. (n.d.). *ANALISIS PENGARUH PARAMETER PROSES 3D-PRINTING MATERIAL PETG TERHADAP RESPON AKURASI DIMENSI DAN KEKUATAN TARIK MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI: Vol. XXX, No.XXX*. <http://journal.umy.ac.id/index.php/jmpm>
- Karuniawan, B. W., Rachman, F., & Yoningtias, M. T. (2022). OPTIMASI PARAMETER MESIN PRINTER 3D TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PRODUK MATERIAL ABS MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI. *AUSTENIT*, 14(2), 61–68. <https://doi.org/10.53893/austenit.v14i2.4631>
- Saputra, W. R., Suzen, Z. S., & Pristiansyah, P. (2023). Pengaruh Parameter Proses terhadap Kuat Tarik Produk Hasil 3d Printing Menggunakan Filamen ASA (Acrylonitrile Styrene Acrylate). *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, 7(2), 73–78. <https://doi.org/10.32528/jp.v7i2.9285>
- Setyawan, B. A., & Ngadiyono, Y. (n.d.). *ANALISIS PENGARUH TINGKAT KELEMBABAN FILAMEN PLA TERHADAP NILAI KEKUATAN MEKANIK HASIL CETAK 3D PRINTING*. <https://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/2267>

Wicaksono, R. A., Kurniawan, E., Khalid Syafrianto, M., Fadelandro, R. S., Ridho Sofyandi, M., Studi Teknik Pertambangan, P., Tanjungpura, U., & Hadari Nawawi, J. H. (2021). Rancang Bangun dan Simulasi 3D Printer Model Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling. *Fadelandros & Sofyandi*, 5(2), 53–64.

Zakaria, S., Stighfarrinata, R., & Ma'rifatul Maghfiroh, A. (2022a). *OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KUAT TARIK FILAMENT PETG MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI*. 3(4), 538.

Zaman, A. N., Fatma, D., Nuning, A., & Afiatna, F. (n.d.). *DESAIN EKSPERIMEN KEKUATAN TARIK BENANG PLASTIK MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI DI PERUSAHAAN WOVEN*.

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Data Pribadi

Nama lengkap : Idola Brilian
Tempat & tanggal lahir : Tempilang, 13 Mei 2004
Alamat rumah : Jl. Albarakah utara II
Telp: 082280439497
Hp: 082280439497
Email: idolabrilian01@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

Riwayat Pendidikan

SD Negeri 04 Tempilang Tahun 2011 – 2016
SMP Negeri 1 Tempilang Tahun 2016 – 2019
SMK Negeri 1 Tempilang Tahun 2019 – 2022

