



OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D *PRINTING* TERHADAP
KEKUATAN TARIK *FILAMENT POLYETHYLENE*
TEREPHTHALET GLYCOL

Rovi Avriansah¹, Erwanto², Pristiansyah³

^{1,2,3}*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*
roviavriansah09@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi 3D printing adalah teknologi terbaru dalam bidang Additive layer manufacturing (AM). Pada saat ini AM banyak dikembangkan salah satunya yaitu Rapid Prototyping (RP) tipe FDM, tipe FDM menggunakan polimer yang dilelehkan menggunakan pemanas lalu diekstruksi lewat nozzle yang dikeluarkan berupa tinta dan dicetak pada meja printer untuk menciptakan hasil 3D dengan lapisan per lapisan (layer by layer). Pada penelitian ini filamen yang digunakan adalah filamen PETG (Polyethylene terephthalate Glycol). Pada penelitian ini menggunakan metode taguchi L9 (3⁴) OA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter proses yang paling optimal digunakan pada pengujian tarik sesuai dengan parameter proses yang digunakan yaitu Nozzel Temperature, Bed Temperature, Wall Thicknes, dan Infill Speed. Hasil penelitian menunjukkan parameter yang optimal terhadap uji tarik menggunakan filamen PETG yaitu Bed Temperature (70°C), Nozzle Temperature (230°C), Wall Thickness (0,8 mm), dan Infill Speed (40 mm/s).

Kata Kunci: 3D Printing, FDM, Uji Tarik

ABSTRACT

3D printing technology is the latest technology in the field of Additive layer manufacturing (AM). One of the AM that is currently being developed is Rapid Prototyping (RP) based on FDM, the FDM type uses polymer melted by heating then extruded through a nozzle as ink and deposited on the printer table to produce 3D objects layer by layer (layer by layer). In this research, the filament used is PETG (Polyethylene terephthalate Glycol) filament. In this study, the taguchi L9 (3⁴) OA method was used. This study aims to determine the optimal process parameters used in tensile testing according to the process parameters used, namely Nozzel Temperature, Bed Temperature, Wall Thicknes, and Infill Speed. The results showed that the optimal parameters for the tensile test using PETG filaments were Bed Temperature (70°C), Nozzle Temperature (230°C), Wall Thickness (0.8 mm), and Infill Speed (40 mm/s).

Keywords: 3D Printing, FDM, Tensile Test

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin canggih memberikan dampak yang sangat signifikan dalam perkembangan dunia industri terutama dalam bidang manufaktur. Akibat dari kemajuan industri ialah persaingan yang sangat ketat antar industri manufaktur. Persaingan ini menimbulkan masing-masing industri manufaktur untuk menciptakan produk dengan kualitas terbaik dan ketelitian yang tinggi, maka akan menyebabkan peningkatan mutu produk yang akan di buat. Teknologi yang saat ini sedang berkembang ialah Teknologi 3D *Printing*.

Teknologi pencetakan 3D adalah teknologi terbaru di bidang manufaktur pelapis aditif. Mesin cetak 3D ini digunakan untuk mencetak objek dalam tiga dimensi. Teknik *Additive Manufacture* (AM) mempunyai beberapa teknik yang umum diterapkan seperti: *Stereo-Lithography* (SLS), *Ink Jet Modeling* (IJM), *Direct Metal Deposition* (DMD) dan *Fused Deposition Modeling* (FDM).

Salah satu teknologi pencetakan 3D yang paling terkenal dan hemat biaya adalah teknologi FFF (*Fused Filament Fabrication*), juga dikenal sebagai *Fused Deposition Modeling* (FDM), prinsip kerja FDM adalah melalui konstruksi termoplastik dengan *nozzel* panas pada suhu leleh, setelah itu produk diproduksi lapis demi lapis. (Pristiansyah & Sugiyarto, 2019). *Fused Deposition Modeling* (FDM) adalah salah satu metode yang paling populer di AM, di mana produk yang dibuat melalui proses ini memiliki potensi untuk bersaing dengan metode produksi tradisional (*injection molding*). Aplikasi FDM sangat luas dalam industri medis, pembuatan cetakan, otomotif dan kedirgantaraan (Deni Andriyansyah & Purfaji, 2018).

Salah satu bahan yang paling penting dalam proses pencetakan 3D adalah filamen yang berfungsi sebagai bahan pengisi cetakan. Beberapa filamen yang biasa digunakan dalam pencetakan 3D adalah *Polylactic Acid* (PLA), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG), dan *Polycarbonate* (PC) (Eduar Iqbal Riza & Nugroho, 2020). PETG adalah salah satu polimer yang paling umum digunakan saat ini adalah versi PET dengan modifikasi glikol ditambahkan ke komposisi bahan selama polimerisasi. Hasilnya adalah filamen yang lebih ringan, kurang rapuh dan lebih mudah digunakan, dengan suhu transisi kaca 88 ° C (Ardiyanto, 2021)

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ade Ferdiansyah, 2021) telah meneliti bahwa nilai parameter proses yang optimal untuk kekuatan tarik *filament* ABS CCTRE yaitu suhu meja (92°C), suhu nozel (237°C), tebal layer (0,22 mm) dan kecepatan *print* (42 mm/s).

(Deni Andriyansyah & Purfaji, 2018) dalam penelitian ini menggunakan metode taguchi L9 OA. Hasil kekuatan tarik tertinggi sebesar 18.7 Mpa, sedangkan hasil nilai kekuatan tarik terendah sebesar 16.1 Mpa. Parameter yang berpengaruh terhadap kuat tarik yaitu suhu ekstruksi (200°C), suhu bed (55°C), ketinggian lapisan (0.1 mm) dan *feed rate* (50 mmls).

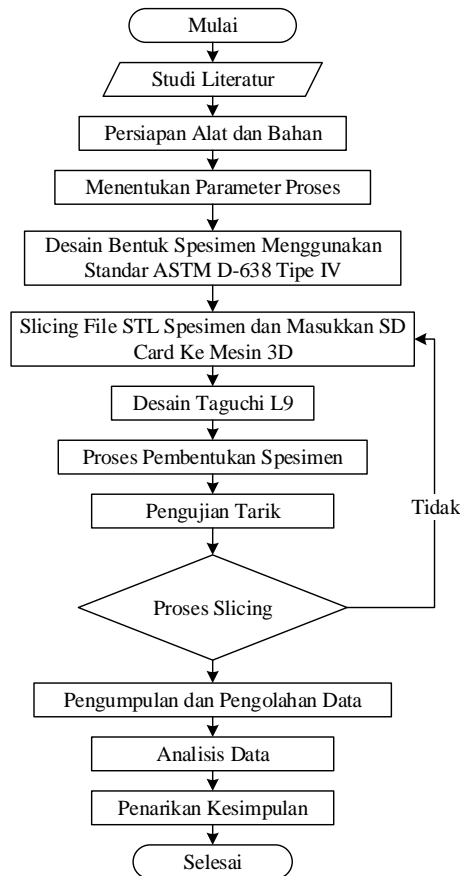
Berdasarkan hasil pengujian oleh (Muhammad Habib Bari & Aswin, 2021) nilai parameter proses optimal untuk uji tarik menggunakan filament PLA food grade yaitu *Temperature nozzle* (210°C), *Layer Height* (0,1 mm), *Print Speed* (65 mm/s). Parameter proses yang paling berpengaruh berturut-turut yaitu *Temperature Nozzel*, *Print Speed*, dan *Layer Height*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya, penelitian ini akan memvariasikan paramter proses dan jenis filamen yang digunakan peneliti

sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil parameter dari proses pencetakan 3D yang paling optimal dan berpengaruh terhadap parameter proses yang ditentukan, berdasarkan parameter proses yaitu *Nozzel Temperature*, *Bed Temperature*, *Wall Thicknes*, dan *Infill Speed*. Pada penelitian ini menggunakan filamen PETG terhadap kekuatan tarik menggunakan metode taguchi L9 OA.

2. METODE

Metode penelitian yang akan dilakukan mengikuti diagram ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

2.1. Penentuan Parameter Proses dan Level

Penentuan parameter proses dan tingkat eksperimen ditentukan berdasarkan studi pustaka. Parameter proses yang digunakan adalah *Nozzle Temperature*, *Bed Temperature*, *Wall Thickness* dan *Infill Speed*. Nilai level dari parameter proses ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Proses dan Level

PARAMETER	LEVEL		
	1	2	3
(A) <i>Nozzle Temperature</i> (°C)	230	235	240
(B) <i>Bed Temperature</i> (°C)	60	65	70
(C) <i>Wall thickness</i> (mm)	0.8	1.0	1.2
(D) <i>Infill Speed</i> (mm/s)	40	45	50

Setelah menentukan parameter proses dan nilai level yang akan digunakan pada penelitian ini. Selanjutnya menentukan matrik *Orthogonal Array* (OA) yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi L9 (3^4) OA ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain Taguchi L9 (3^4) OA

Exp.	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

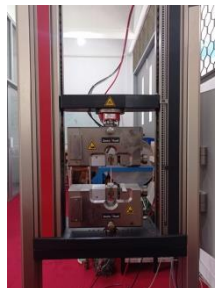
2.2. Alat dan Bahan

1. *Filament* PETG dengan diameter 1,75 warna bening.
2. Mesin 3D *Printing* FDM REXYZ A1 dengan dimensi 180 mm x 180 mm x 180 mm dengan *nozzle* berukuran 0,4 mm. ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Mesin 3D *Printing* FDM REXYZ A1

3. Mesin uji tarik *Zwick Roel* ditunjukkan pada gambar 3.

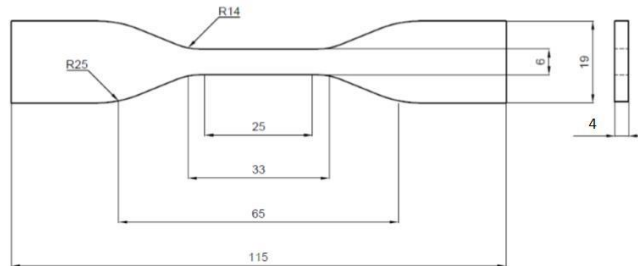


Gambar 3. Mesin Uji Tarik *Zwick Roel*

4. Laptop Asus X540YA digunakan sebagai pembuatan desain eksperimen dan pengolahan data pada penelitian ini.

2.3. Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen berdasarkan standar uji tarik ASTM D638-14 Tipe IV ditunjukkan pada Gambar 4. Kemudian melakukan proses pencetakan spesimen berdasarkan parameter yang digunakan.



Gambar 4. Spesimen ASTM D638-14 Type 4

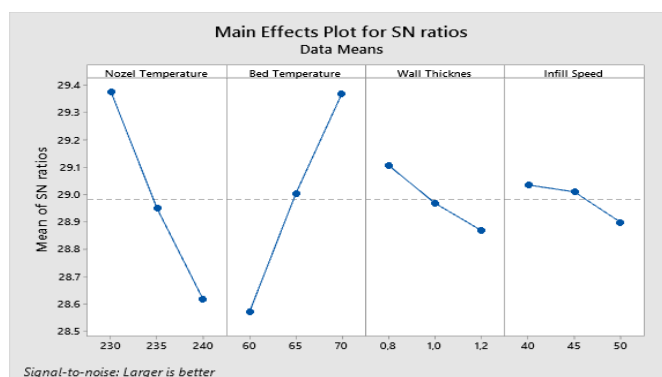
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data ini dilakukan dengan percobaan berdasarkan desain Taguchi L9 (3^4) OA. Pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik pada spesimen. Hasil dari pengujian kuat tarik ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Exp	Data Awal	Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata
1	29	28,1	28,9	28,67
2	29	28,9	30,8	29,57
3	28,2	31,2	30,9	30,1
4	26,4	26,3	26,6	26,43
5	28,5	27,7	27,5	27,9
6	28,6	30,6	30,3	29,83
7	24,7	26,2	25,5	25,47
8	27,5	27,1	26,9	27,17
9	27,8	28,3	28,9	28,33

Hasil dari pengujian tarik yang dilakukan pada penelitian ini guna untuk mengetahui parameter proses yang paling optimal dan berpengaruh terhadap hasil uji kuat tarik. Hasil data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan metode Taguchi dengan karakteristik “*Large is Better*” yaitu semakin besar semakin baik.



Gambar 5. Grafik S/N Ratio

Tabel 4. S/N Ratio

Level	<i>Nozzle Temperature</i> (°C)	<i>Bed Temperature</i> (°C)	<i>Wall Thickness</i> (mm)	<i>Infill Speed</i> (mm/s)
1	29.38	28.57	29.11	29.04
2	28.95	29.00	28.97	29.01
3	28.62	29.37	28.87	28.90
Delta	0.76	0.80	0.24	0.14
Rank	2	1	3	4

Dari Tabel 4. dan Gambar 5. Sesuai dengan “*Large is Better*” parameter proses yang paling berpengaruh yaitu *Bed Temperature*, parameter yang optimal yang berpengaruh secara berturut-turut terhadap uji tarik yaitu *Bed Temperature* (70°C), *Nozzle Temperature* (230°C), *Wall Thickness* (0,8 mm), dan *Infill Speed* (40 mm/s)

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, 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*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Ferdiansyah, P. B. (2021). Optimasi Prameter Proses 3D *Printing* FDM Terhadap Kekuatan Tarik Filament ABS CCTREE Menggunakan Metode Taguchi L9. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*.
- Ardiyanto, D. (2021). Uji Pengaruh Kecepatan dan Perbedaan Suhu Antara Filament PLA dengan Filament PETG Pada 3D Printer Ender 5 Pro. 4.
- Aris Widyo Nugroho, D. T., & Budiyanoro, C. (2020). Analisis Pengaruh Parameter Proses Terhadap Kuat tarik Produk 3D *Printing* dari Bahan *Polyvinyl Alcohol* (PVA). *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, Turbo Vol. 9 No. 2. 2020.
- Deni Andriansyah, H., & Purfaji. (2018). Optimasi proses 3D *Printing* Terhadap Kuat Tarik Filamen *Polylactic Acid* Menggunakan Metode Taguchi. *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan - universitas muhammadiyah Purworejo*, 66-67.
- Eduar Iqbal Riza, C. B., & Nugroho, A. W. (2020). Peningkatan Kekuatan Lentur Produk 3D *Printing* material PETG Dengan Optimasi Parameter Proses menggunakan Metode TAGUCHI. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 66-75.

- Grabowik, K., & Cwikla, P. K. (2017). Tensile test of specimens made of selected group of the filament materials manufactured with FDM methode. *MATEC Web of Conferences*, 112, 1-6.
- Muhammad Habib Bari, P., & Aswin, F. (2021). Optimasi Parameter Proses 3D *Printing* Terhadap Kekuatan Tarik Filamen PLA Food Grade. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*.
- Pristiansyah, H., & Sugiyarto. (2019). Optimasi Parameter Proses 3D *Printing* FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filamen Eflex. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*.