



OPTIMASI PARAMETER PROSES 3D *PRINTING* FDM
TERHADAP KEKUATAN TARIK *FILAMENT* ABS *CCTREE*
MENGUNAKAN METODE TAGUCHI L9

Ade Ferdiansyah¹, Pristiansyah², Boy Rollastin³

^{1,2,3}*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung*
ferdiansyahade699@gmail.com

ABSTRAK

3D *Printing* merupakan teknik *additive manufacturing* yang dapat digunakan untuk mengubah data *computer aided design* (CAD) kemudian dengan dicetak dengan menambah material *layer* per *layer* sampai membentuk sebuah produk 3D. Salah satu teknik atau metode yang sering digunakan dalam teknologi 3D *Printing* yaitu FDM (*Fused Deposition Modeling*), karena teknik ini paling mudah digunakan dan murah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan parameter proses optimal pada 3D *Printing* FDM terhadap kekuatan tarik yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi dengan desain eksperimen yang digunakan L₉ (3⁴) OA. Material yang digunakan dalam penelitian yaitu ABS *CCTREE*. Parameter proses yang digunakan dalam penelitian yaitu suhu nozel (°C), suhu meja (°C), tebal *layer* (mm) dan kecepatan *print* (mm/s). Nilai kekuatan tarik yang paling kuat sebesar 41 Mpa. Parameter yang menghasilkan kualitas yang paling kuat dilakukan pada suhu meja (92 °C), suhu nozel (237 °C), tebal *layer* (0,22 mm) dan kecepatan *Print* (42 mm/s).

Kata Kunci: 3D *Printing*, ABS *CCTREE*, FDM, Taguchi, Uji Tarik.

ABSTRACT

3D *Printing* is an *additive manufacturing* technique that can be used to convert *computer aided design* (CAD) data and then print it by adding material layer by layer to form a 3D product. One technique or method that is often used in 3D *Printing* technology is FDM (*Fused Deposition Modeling*), because this technique is the easiest to use and the cheapest. The purpose of this study was to obtain the optimal process parameters on 3D *Printing* FDM to the resulting tensile strength. This study uses the Taguchi method with an experimental design used L₉ (3⁴) OA. The material used in this research is ABS *CCTREE*. The process parameters used in this research are nozzle temperature (°C), table temperature (°C), layer thickness (mm) and print speed (mm/s). The strongest tensile strength value is 41 Mpa. Parameters that produce the strongest quality are performed at table temperature (92 °C), nozzle temperature (237 °C), layer thickness (0.22 mm) and *Print* speed (42 mm/s).

Keywords: 3D *Printing*, ABS *CCTREE*, FDM, Taguchi, Tensile Test.

1. PENDAHULUAN

Teknologi *rapid prototyping*, khususnya dalam pencetakan tiga dimensi, telah berhasil digunakan di banyak aspek. Teknologi printer 3D sering dikatakan memiliki masa depan yang cerah, hingga saat ini teknologi *rapid prototyping* masih terus berkembang (Pratama *et al.*, 2021). Berkembangnya teknologi *rapid prototyping* yang menggunakan teknologi 3D *printing* membuat proses desain atau pengembangan produk menjadi lebih cepat. Kemajuan inovasi *prototipe* cepat yang memanfaatkan inovasi 3D *printing* membuat siklus rencana atau pembuatan produk menjadi lebih cepat. Dalam pengembangan produk atau *prototype*, perlu membuat ilustrasi produk atau model sebelum pembuatan secara massal. Maksud di balik ini adalah untuk meningkatkan efisiensi dan evaluasi produk (Budiman, Anggono and Tanoto, 2016).

Pencetakan 3D merupakan inovasi teknologi yang secara umum telah berkembang untuk membuat model cepat sesuai rencana yang ideal, salah satunya adalah inovasi teknologi FDM (*Fused Deposition Modelling*)(Christiliana, Pristiansyah and Oktriadi, 2021). Prinsip kerja FDM adalah dengan cara *ekstrusi thermoplastic* melalui *nozzle* yang panas pada *melting temperature* selanjutnya produk dibuat lapis per lapis (Pritiansyah, Hardiansyah and Sugiyarto, 2019). Metode FDM telah banyak digunakan dalam proses pencetakan 3D karena kemudahan penggunaan, biaya lebih rendah, ramah lingkungan dan kemudahan pengembangan produk, pembuatan *prototipe* dan proses manufaktur (Andriyansyah, Herianto and Purfaji, 2018).

Meskipun teknologi FDM sangat meyakinkan untuk dibuat, inovasi ini sebenarnya memiliki beberapa kelemahan jika dibandingkan dengan teknik *injection moulding*. Produk FDM untuk sebagian besar memiliki sifat mekanik yang lebih rendah karena daya tahan yang lebih rendah di antara lapisan, dan produk FDM secara teratur menyusut, menyebabkan delaminasi antar lapisan. Seiring berjalannya waktu, pengembangan teknologi FDM saat ini tidak hanya terbatas pada pembuatan *prototype*. Pada kenyataannya sudah banyak produk-produk yang diproduksi langsung menggunakan teknologi FDM. Hal ini membuat penelitian pencetakan 3D penting untuk memiliki opsi membuat objek dengan kualitas yang mendekati bentuk aslinya (Andriyansyah, Herianto and Purfaji, 2018). Karena faktor parameter proses menjadi hal penting dalam menentukan kualitas produk dan juga kekuatan material yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan (Andriyansyah, Herianto and Purfaji, 2018), dalam penelitian ini menggunakan metode taguchi L9 OA. Hasil nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 18.7 MPa, sedangkan hasil nilai kekuatan tarik terendah sebesar 16.1 Mpa. Parameter yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik didapatkan parameter yang optimum yaitu suhu ekstrusi 200 °C, suhu bed 55 °C, ketinggian lapisan 0,1 mm serta feed rate 50 mm/s.

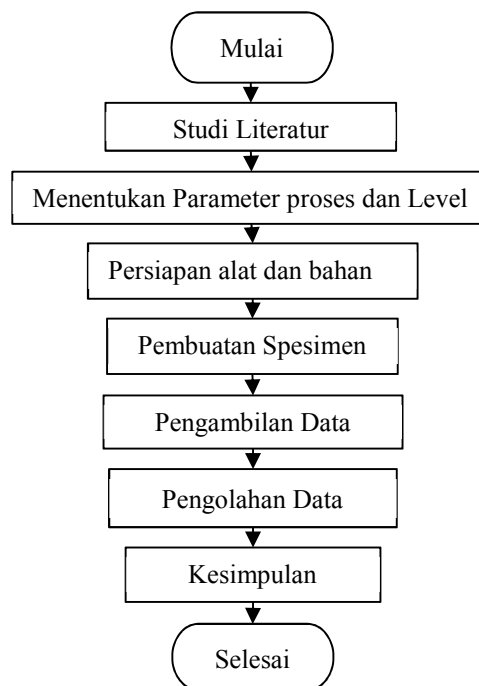
Penelitian yang dilakukan (Kholil, Aufl and Syaefudin, 2020), pada spesimen dicetak sesuai dengan standar ASTM D638 type 04 menggunakan material ABS dengan variasi parameter *layer thickness* 0.15 mm, 0.25 mm dan 0.3 mm. Dan ketiga variasi spesimen tersebut dicetak menggunakan orientasi arah aksial dan lateral. Hasil yang paling optimal didapatkan pada spesimen aksial dan *layer thickness* 0.25 mm dengan kekuatan tarik sebesar 21.56 Mpa.

Penelitian yang dilakukan (Lubis, Djamil and Yolanda, 2016), dalam penelitian yang dilakukan untuk mengetahui dampak posisi benda dalam pencetakan prototipe cepat menggunakan bahan polymer PLA dan ABS pada kekuatan tarik dan ketelitian dimensi yang diberikan. Hasil produk selanjutnya dilakukan pengukuran dimensi untuk melihat akurasi produk melalui perubahan dua arah variasi orientasi objek, khususnya dalam arah vertikal dan horizontal. Setelah pengukuran dimensi, selanjutnya pengujian kekuatan tarik pada spesimen. Dari uji coba yang dilakukan, diketahui bahwa posisi arah pencetakan dan ketebalan lapisan dalam proses pencetakan mempengaruhi kualitas permukaan, produktivitas waktu, dan kekuatan bahan.

Parameter FDM yang digunakan peneliti berdasarkan evaluasi dari penelitian yang telah dilakukan memberi pengaruh terhadap resoon yang dilakukan. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan parameter proses 3D *printing*, menggunakan *filament* ABS *CCTREE* terhadap kekuatan tarik menggunakan metode taguchi L9 OA.

2. METODE

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



Gambar 1. Diagram Alir

2.1. Penentuan Parameter Proses dan Level

Penentuan parameter proses dan level eksperimen ditentukan berdasarkan evaluasi studi pustaka. Pada parameter proses ini meliputi suhu nozel, suhu meja,

tebal layer dan kecepatan *print*. Nilai level dari parameter proses ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Proses dan Nilai Level

Parameter Proses	Level		
	1	2	3
Suhu Nozel (°C)	232	237	242
Suhu Meja (°C)	92	97	100
Tebal Layer (mm)	0,22	0,33	0,40
Kecepatan <i>Print</i> (mm/s)	42	52	62

Setelah menentukan parameter proses dan nilai level yang digunakan pada penelitian ini. Selanjutnya menentukan matrik *Orthogonal Array* (OA) yang digunakan. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi L9 (3⁴) OA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain Taguchi L9 (3⁴) 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* ABS CCTREE dengan diameter 1,75 mm warna hitam.
2. Mesin 3D *Printing* FDM REXYZ A1 dengan dimensi (X) 180 mm x (Y) 180 mm x (Z) 180 mm ditunjukkan pada gambar 2.



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

3. Mesin uji tarik Zwick / Roell ditunjukkan pada Gambar 3.

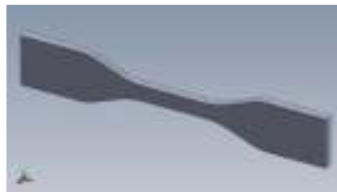


Gambar 3. Mesin Uji Tarik Zwick / Roell

4. Laptop Toshiba Satellite C800D digunakan untuk melakukan proses desain 3D objek cetak. Selain itu, laptop juga digunakan untuk menjalankan *software* yang digunakan dalam penelitian ini.

2.3. Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen berdasarkan dengan model dan bentuk standar uji tarik ASTM D638-04 ditunjukkan pada Gambar 4. Kemudian melakukan proses pembuatan spesimen 3D *printing* dengan parameter proses dan level yang telah ditentukan.



Gambar 4. Spesimen ASTM D638-4

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

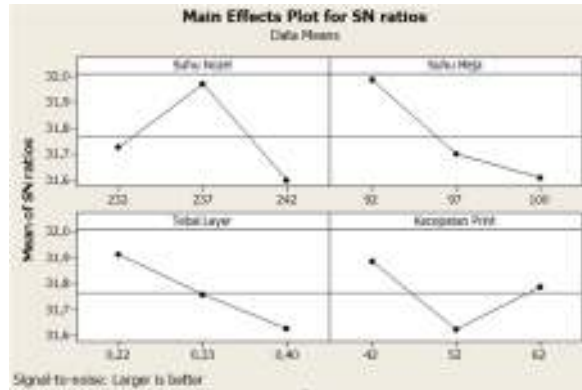
Pengambilan data ini melakukan percobaan berdasarkan desain taguchi L9 (3⁴) OA yaitu pengujian kekuatan tarik pada spesimen. Hasil dari pengujian tersebut mendapatkan rata-rata kekuatan tarik ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

EXP.	A	B	C	Rata-rata
1	37,5	42	43,5	41
2	38,5	38,2	36,3	37,67
3	37,7	36,5	38	37,40
4	42,2	40,3	39,9	40,80
5	38,6	39,5	39,8	39,30
6	40	40,1	37	39,03
7	38,6	38,2	36,5	37,77
8	37,7	39,6	38,2	38,50
9	37,7	37,5	38,3	37,83

Pengolahan data yang didapatkan dari hasil pengujian yang dilakukan untuk memperoleh pengaturan parameter proses yang optimal dan berpengaruh terhadap

hasil uji tarik menggunakan metode taguchi dengan karakteristik *Larger is Better*. Ditunjukkan pada Gambar 5 dan Tabel 4.



Gambar 5. Grafik S/N Ratio

Tabel 4. S/N Ratio

Response Table for Signal to Noise Ratios				
Large is Better				
Level	Suhu Nozel	Suhu Meja	Tebal Layer	Kecepatan <i>Print</i>
1	31,73	31,99	31,91	31,89
2	31,97	31,70	31,76	31,62
3	31,60	31,61	31,63	31,79
Delta	0,37	0,38	0,29	0,26
Rank	2	1	3	4

Berdasarkan Gambar 5 dan Tabel 4, parameter proses yang paling berpengaruh yaitu suhu meja. Nilai parameter optimal dan berpengaruh secara berturut-turut terhadap uji tarik yaitu suhu meja (92 °C), suhu nozel (237 °C), tebal layer (0,22 mm) dan kecepatan *Print* (42 mm/s).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diambil kesimpulan, 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).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas penyelenggaraan program seminar nasional tahun 2021, kepada pembimbing penulis mengucapkan terima kasih atas masukan, saran dan bimbingannya atas selama ini. Dan penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberikan memori selama ini, semangat dan motivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyansyah, D., Herianto and Purfaji (2018) 'Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen PLA Menggunakan Metode Taguchi', *Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif*, (ISSN : 2338-0284), pp. 61–68.
- Budiman, W., Anggono, J. and Tanoto, Y. (2016) 'Pengaruh Orientas Obyek Hasil Fused Deposition Modeling pada Waktu Proses', *Jurnal Teknik Mesin*, 16(2), pp. 41–46. doi: 10.9744/jtm.16.2.41-46.
- Christiliana, M., Pristiansyah and Oktriadi, Y. (2021) 'Optimasi Parameter Proses pada 3D Printing FDM terhadap Akurasi Dimensi Filament PLA Food Grade', *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 13, pp. 1–8.
- Kholil, A., Aufi, F. and Syaefudin, E. A. (2020) 'Pengaruh Layer Thickness Dan Orientasi 3D Printing Terhadap Uji Tarik Material Abs', 1, pp. 277–285.
- Lubis, S., Djamil, S. and Yolanda, Y. (2016) 'Pengaruh Orientasi Objek Pada Proses 3D Printing Bahan Polymer Pla Dan Abs Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketelitian Dimensi Produk', *Sinergi*, 20(1), p. 27. doi: 10.22441/sinergi.2016.1.005.
- Pratama, Y. B. *et al.* (2021) 'Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Pengaruh Parameter Proses Slicing Software Terhadap Kekasaran Permukaan Printing Part Filamen ST-PLA', 13(01), pp. 1–8.
- Pritiansyah, Hardiansyah and Sugiyarto (2019) 'Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex', *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 11(01), pp. 0–7.