

Pengaruh Merk Filamen Pla Terhadap Kuat Tarik Spesimen Uji Astm D638 Type V

Naufal Rafiq Muhammad¹, Hasdiansah^{1*}, Sugianto¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : phianntarah@yahoo.co.id

Received: 6 Februari 2023; Received in revised form: 7 Agustus 2023; Accepted: 12 Agustus 2023

Abstract

3D printing is additive manufacture which is and additive manufacturing. Since it was discovered and developed in 1981, the presence of 3D printing has transformed into an important element of manufacturing technology. Starting from printing spare parts and even making houses in this era, the role of 3D printing cannot be separated. This study aimed to determine the effect of various brands of polylactic acid (PLA) type filaments on the tensile strength test. the taguchi method with the orthogonal array $L_{27} 3^{13}$ experimental design with 5 factors is the method used in this study. obtained by the tensile test parameters with the highest effect on the layer thickness of 0.15, M filament, print speed of 55 mm/s, then the nozzle temperature of 230°C, and finally the Z orientation of 40°. It was observed that nozzle temperature nozzle temperature, print speed, and z orientation were observed to have the layer thickness and the choice of filament significantly affect the tensile test strength.

Keywords: 3D printing; Brand; Taguchi; Tensile test.

Abstrak

3D printing merupakan *additive manufacture* yang dimana bersifat sebagai manufaktur tambahan. Semenjak ditemukan dan dikembangkan pada tahun 1981, hadirnya 3D printing bertransformasi menjadi salah satu elemen penting bagi teknologi manufaktur. Mulai dari pencetakan *spare part* bahkan pembuatan rumah pada zaman ini tak lepas dari peran 3D printing. Tujuan pada penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh berbagai merk filamen tipe *polylactic acid* (PLA) terhadap uji kuat tarik. Metode taguchi dengan desain eksperimen *orthogonal array* $L_{27} 3^{13}$ dengan 5 faktor adalah metode yang dipergunakan pada penelitian ini diperoleh parameter uji tarik dengan pengaruh tertinggi ada pada layer thickness 0.15, filamen M, *print speed* 55 mm/s, lalu suhu *nozzle* sebesar 230°C dan yang terakhir orientasi Z sebesar 40°. Teramati bahwa suhu *nozzle*, *print speed*, serta orientasi Z tidak mempunyai pengaruh yang signifikan. Namun layer *thickness* serta pemilihan filamen mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan uji tarik.

Kata kunci: 3D printing; Merk; Taguchi; Uji tarik.

1. PENDAHULUAN

Pengetahuan akan selalu bersifat dinamis, yang artinya selalu mengalami perubahan kemajuan dari masa ke masa, salah satunya adalah di bidang pengembangan IPTEK. Semenjak mesin uap ditemukan oleh James Watt yang ditenggarai dengan terjadinya revolusi industri tahun 1760, inovasi demi inovasi dilakukan untuk menciptakan sebuah terobosan. Salah satunya adalah 3D printer.

Teknologi pencetakan 3D telah populer untuk teknologi *prototype* cepat,

yang merupakan desain fleksibel dengan bantuan komputer perangkat lunak desain tanpa cetakan. Hingga saat ini, perkembangan teknologi 3D printing diperlukan dan diaplikasikan lebih lanjut seperti bagian-bagian kecil atau organ buatan pada industri medis, pakaian mode baru di industri tekstil, otomotif, dan konstruksi [1].

Pada penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan, Adapun parameter *extruder* temperature memiliki pengaruh paling besar terhadap besarnya nilai uji tarik, sedangkan parameter layer height berlaku sebaliknya

yaitu memiliki pengaruh paling kecil terhadap nilai uji tarik spesimen tersebut [2].

Dilakukannya penelitian uji tarik dengan menggunakan *filament polylactid acid* dengan menggunakan parameter gabungan dan menghasilkan nilai terbaik 18.7 Mpa dengan suhu *extruder* 200°C, *bed temperature* 65°C, *layer height* 0.1 mm, dan *print speed* sebesar 60 mm/s [3]. Pengaruh kekuatan uji tarik juga dipengaruhi dari *internal fill pattern*. tegangan paling tinggi dimiliki oleh spesimen dengan *infill triangular* dengan 29 Mpa dibandingkan *infill rectalinier* dan *honeycomb* [4]. Kelembapan juga mempengaruhi kekuatan material dari filamen PLA+ secara signifikan dan berkurangnya nilai mekanik dari filament tersebut [5].

Penelitian yang dilakukan tentang *filament* ABS, dari hasil yang telah di dapatkan pada pengujian tarik dan tekan spesimen PLA dan ABS didapatkan hasil spesimen ABS lebih elastis dan nilai perbandingannya lebih tinggi di banding spesimen PLA. Dimana hasil perbandingan nilai tertinggi tegangan uji tarik PLA adalah 80.17 Mpa dan ABS 129.26 Mpa, hasil perbandingan nilai tertinggi regangan uji tarik PLA adalah 26 Mpa dan ABS 42 Mpa [6].

Pada penelitian yang berjudul "Pengaruh media, temperatur dan waktu perlakuan *annealing* pada spesimen standar ASTM D638 type IV menggunakan filamen ST PLA [7] dapat disimpulkan bahwa hasil

pengujian tarik dari proses *annealing* dapat ditarik kesimpulan bahwa kekuatan tarik tertinggi dari filamen ST PLA dari proses *annealing* dengan 3 variasi parameter proses yaitu, waktu *annealing*, temperatur dan media *annealing*.

Nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen nomor 2 dengan waktu *annealing* (15 menit), temperatur *annealing* (110°C) dan media *annealing* (kopi). Penelitian dengan mengukur optimasi pada *filament* PLA+ dengan menggunakan gabungan parameter terbaik menghasilkan kekuatan tarik untuk *filament* PLA+ dengan rerata nilai 48.1 Mpa [8].

2. METODE PENELITIAN

Mesin 3D *printing* adalah teknologi *additive manufacture* dan lebih dikenal sebagai manufaktur tambahan [9]. Mesin yang akan dipergunakan pada penelitian kali ini adalah mesin *Creality Ender 3 pro*. Mesin 3D *printing* ini memiliki tipe FDM (*Fused Deposition Modelling*) yang mempunyai cara kerja kepala *nozzle* melakukan pelelehan filamen lalu bergerak mencetak objek [10] dan memiliki area XYZ seluas 235 mm x 235 mm. Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin *Creality Ender 3 Pro*

Pada penelitian kali ini, bahan yang digunakan adalah *filament polylactic acid* (PLA). PLA atau yang disebut asam laktat (poli) adalah *filament* yang mengalami sifat *biodegradable* atau mampu terurai secara hayati karena terbuat dari bahan bahan

nabati seperti pati jagung (amerika dan kanada) [11], maupun singkong (seluruh dunia). Oleh karena itu *filament polylactid acid* dialokasikan kepada banyak industri [1]. Untuk spesifikasi dari *filament polylactic acid* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *filament*

Material	<i>Polylactidacid</i>
Diameter	1.75 mm
Diameter <i>tolerance</i>	0.02 mm
Nozzle <i>temperature</i>	190-230°
Bed <i>temperature</i>	No need
Weight	1 kg
Print <i>speed</i>	50 - 100 mm/s
Color	White

Kemudian untuk melihat pengaruh merk terhadap kekuatan uji tarik, maka penelitian kali ini menggunakan 3 merk *filament* yang berbeda yaitu *filament M*,

filament N, dan *filament O*. Ketiga *filament* ini mempunyai spesifikasi yang sama. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Filament M



Filament N



Filament O

Gambar 2. Tiga Merk *Filament*

Uji tarik ialah pembebanan suatu gaya untuk melihat tegangan tarik pada suatu objek uji [12]. Sedangkan alat uji tarik digunakan untuk mengukur kekuatan dan ketahanan tarik dari objek ataupun spesimen uji.alat uji juga digunakan untuk mengamati

dan melakukan proes analisis terhadap modulus young, regangan, maupun tegangan maksimum material [13]. Pada penelitian kali ini menggunakan mesin uji tarik dengan merk *Zwick Roell Z020* Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mesin Uji Tarik *Zwick Roell Z020*

Pada penelitian ini pencetakan spesimen menggunakan metode Taguchi. Metode taguchi sendiri bertujuan untuk memastikan respon ataupun *output* berada pada bidang yang optimum dan

menghindari adanya gangguan ataupun variabilitas sekecil mungkin [14]. Adapun yang menjadi variabel bebas ataupun faktor nya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembagian faktor

Faktor	Level		
<i>Layer thickness</i>	0.15	0.20	0.25
<i>Temp. nozzle</i>	200	215	230
<i>Print speed</i>	50	55	60
<i>Filament</i>	<i>Filament M</i>	<i>Filament N</i>	<i>Filament O</i>
<i>Z orientation</i>	30	45	60

Kemudian dilakukan pemilihan *orthogonal array* yang tepat. *Orthogonal array* sendiri berfungsi untuk melakukan analisa dan efisiensi sumber daya yang seminimalnya guna mendapatkan informasi yang sebanyak banyaknya [15]. Dengan

berbagai faktor dan level yang telah dinyatakan sebelumnya sehingga dapatlah *orthogonal array* $L_{27}(3^5)$ yang akan dijabarkan dan diaktualisasikan dengan faktor dan level yang ada sebelumnya.

Tabel 3. Variabel Acak Pencetakan Spesimen

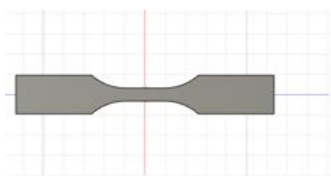
exp no	layer thickness	temp nozzle	factor		
			print speed	filament	z orientation
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2
3	1	1	1	1	3
4	1	2	2	2	1
5	1	2	2	2	2
6	1	2	2	2	3
7	1	3	3	3	1
8	1	3	3	3	2
9	1	3	3	3	3
10	2	1	2	3	1
11	2	1	2	3	2
12	2	1	2	3	3
13	2	2	3	1	1
14	2	2	3	1	2
15	2	2	3	1	3
16	2	3	1	2	1
17	2	3	1	2	2
18	2	3	1	2	3
19	3	1	3	2	1
20	3	1	3	2	2
21	3	1	3	2	3
22	3	2	1	3	1
23	3	2	1	3	2
24	3	2	1	3	3
25	3	3	2	1	1
26	3	3	2	1	2
27	3	3	2	1	3

Tabel 4. Variabel acak dengan faktor dan level

exp no	layer thickness	temp nozzle	print speed	filament	z orientation
1	0,15	200	50	fil. M	30
2	0,15	200	50	fil. M	35
3	0,15	200	50	fil. M	40
4	0,15	215	55	fil. N	30
5	0,15	215	55	fil. N	35
6	0,15	215	55	fil. N	40
7	0,15	230	60	fil. O	30
8	0,15	230	60	fil. O	35
9	0,15	230	60	fil. O	40
10	0,2	200	55	fil. O	30
11	0,2	200	55	fil. O	35
12	0,2	200	55	fil. O	40
13	0,2	215	60	fil. M	30
14	0,2	215	60	fil. M	35
15	0,2	215	60	fil. M	40
16	0,2	230	50	fil. N	30
17	0,2	230	50	fil. N	35
18	0,2	230	50	fil. N	40
19	0,25	200	60	fil. N	30
20	0,25	200	60	fil. N	35
21	0,25	200	60	fil. N	40
22	0,25	215	50	fil. O	30
23	0,25	215	50	fil. O	35
24	0,25	215	50	fil. O	40
25	0,25	230	55	fil. M	30
26	0,25	230	55	fil. M	35
27	0,25	230	55	fil. M	40

Spesimen di *design* dengan aplikasi *modelling autodesk fusion 360°* dengan memenuhi standar dari ASTM (*American*

Standard Testing and Material) seperti pada gambar berikut



Spesimen ASTM D638 type V



Pencetakan spesimen

Gambar 4. Spesimen dan Pencetakan Spesimen

Spesimen diuji dengan metode pengujian tarik. Pengujian tarik tersebut dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik dengan menggunakan mesin uji tarik *Zwick Roell Z020* yang bertempat di

laboratorium material Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

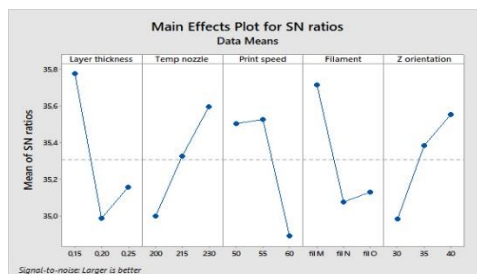
Hasil dari pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji spesimen

Exp No	Layer Thickness	Temp Nozzle	Print Speed	Filament	Z Orientation	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Mean
1	1	1	1	1	1	50,7	67,5	65	61,07
2	1	1	1	1	2	64,8	55,3	65,3	61,80
3	1	1	1	1	3	66	71,8	75,3	71,03
4	1	2	2	2	1	62,6	69,2	59,2	63,67
5	1	2	2	2	2	56,1	61,1	67,7	61,63
6	1	2	2	2	3	65,1	52,3	67,1	61,50
7	1	3	3	3	1	50,9	49,8	52,3	51,00
8	1	3	3	3	2	65,9	72,1	62,4	66,80
9	1	3	3	3	3	65,4	55,4	66,5	62,43
10	2	1	2	3	1	53,8	55,6	55,4	54,93
11	2	1	2	3	2	56,8	55,9	49,3	54,00
12	2	1	2	3	3	55,5	55,2	53,7	54,80
13	2	2	3	1	1	57	59,9	60	58,97
14	2	2	3	1	2	43,8	58,9	57,1	53,27
15	2	2	3	1	3	57,6	59,4	57,5	58,17
16	2	3	1	2	1	57	64	52,8	57,93
17	2	3	1	2	2	55,9	56,9	56,4	56,40
18	2	3	1	2	3	57,5	63,1	59,2	59,93
19	3	1	3	2	1	37,1	52,3	50,5	46,63
20	3	1	3	2	2	53,6	55,8	56	55,13
21	3	1	3	2	3	57,7	51	55,2	54,63
22	3	2	1	3	1	53,4	57,3	59,3	56,67
23	3	2	1	3	2	57,4	59,2	58,6	58,40
24	3	2	1	3	3	57,6	58,8	56,6	57,67
25	3	3	2	1	1	67,5	63,6	54,3	61,80
26	3	3	2	1	2	66,5	67,9	66	66,80
27	3	3	2	1	3	64,3	63,7	62,1	63,37

Dalam pengujian tarik, bahwa semakin besar bialangan atau nominal dari kekuatan tarik tersebut maka semakin baik. Oleh karena itu pada penelitian kali ini pencarian

signal to noise ratio dicari dengan menggunakan *large to better* seperti yang dijelaskan Gambar 6.



Gambar 6. S/N Ratio

Tabel 6. S/N Ratio

Level	Layer thickness	Temp nozzle	Print speed	Filament	Z orientation
1	62.33	57.11	60.10	61.81	56.96
2	56.49	58.88	60.28	57.50	59.36
3	57.90	60.72	56.43	57.41	60.39
Delta	5.84	3.60	3.94	4.40	3.43
rank	1	4	3	2	5

Dari Gambar 6 dan Tabel 6, dapat diambil kesimpulan bahwa parameter uji tarik dengan pengaruh tertinggi ada pada *layer thickness* 0.15, *filament* M, *print speed*

55 mm/s, lalu *temperature nozzle* sebesar 230°C dan yang terakhir *Z orientation* sebesar 40°.

Table 7. ANOVA

Source	DF	Seq ss	Contribution	Adj ss	Adj ms	F value	P-value
Layer thickness	2	166,95	23,45%	166,95	83,48	5,86	0,012
Temp nozzle	2	58,45	8,21%	58,45	29,22	2,05	0,161
Print speed	2	89,16	12,52%	89,16	44,58	3,13	0,071
Filament	2	113,76	15,98%	113,76	56,88	3,99	0,039
Z orientation	2	55,72	7,82%	55,72	27,86	1,95	0,174
Error	16	228,01	32,02%	228,01	14,25		
Total	26	712,05	100,00%				

Hipotesis pengujian :
H₀: tidak berpengaruh signifikan
H₁: berpengaruh signifikan
Kriteria pengujian:

H₀ ditolak apabila F hitung > F tabel ($\alpha = 5\%$)
Lakukan pengkomparasian terhadap respon uji tarik.

Tabel 8. Hipotesis

Faktor	F hitung	F tabel ($\alpha ; 2; 16$)	Keterangan
Layer thickness	5,86		H1 diterima
Temp nozzle	2,05		H0 diterima
Print speed	3,13	3,63	H0 diterima

<i>Filament</i>	3,99	<i>H1 diterima</i>
<i>Z orientation</i>	1,95	<i>H0 diterima</i>

4. SIMPULAN

Pada proses pengujian tarik, dapat dilihat dan disimpulkan bahwa exp 3 dengan parameter gabungan antara *layer thickness* 0.15 mm, *temperature nozzle* 200°C, *print speed* sebesar 50 mm/s, *filament* M, serta *z orientation* 40° memberikan kekuatan tertinggi dengan nilai rata rata 71.03 Mpa. Sedangkan nilai terendah didapat exp 19 dengan parameter gabungan *layer thickness* 0.25 mm, *temperature nozzle* 200°C, *print speed* 60 mm/s, *filament* N, dan *Z orientation* 30° dengan rerata nilai 46.63 Mpa. Teramati bahwa *temperature nozzle*, *print speed*, serta *z orientation* tidak mempunyai pengaruh yang signifikan. Namun *layer thickness* serta pemilihan *filament* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan uji tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Prasong, P. Muanchan, A. Ishigami, S. Thumsorn, T. Kurose, and H. Ito, "Properties of 3D Printable Poly(lactic acid)/Poly(butylene adipate-co-terephthalate) Blends and Nano Talc Composites," *J. Nanomater.*, vol. 2020, 2020, DOI: 10.1155/2020/8040517.
- [2] gita suryani Lubis, Muhammad Taufiqurrahman, and M. Ivanto, "Analisa Pengaruh Parameter Proses Terhadap Uji Tarik Produk Hasil 3D Printing Berbahan Polylactic Acid (1)* Gita Suryani Lubis, (2) Muhammad Taufiqurrahman, (3) Muhammad Ivanto," *J. Engine Energi, manufaktur, dan Mater.*, vol. 5, no. 2, pp. 39-44, 2021.
- [3] D. Andriyansyah, Herianto, and Purfaji, "Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen Polylactic Acid," pp. 61-68.
- [4] A. Finali, A. F. Hanafi, and R. E. P.U., "Analisis Variasi Pattern 3D Printing terhadap Kekuatan Tarik," *J-Proteksion*, vol. 5, no. 1, pp. 16-19, 2021, doi: 10.32528/jp.v5i1.4320.
- [5] B. A. Setyawan and Y. Ngadiyono, "Analisis Pengaruh Tingkat Kelembaban Filamen Pla Terhadap Nilai Kekuatan Mekanik Hasil Cetak 3D," vol. 7, no. April, pp. 1-11, 2022.
- [6] kurniawan Eko Putra, "Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan Di 3D Printer," <Http://Repository.Umsu.Ac.Id/Xmlui/Handle/123456789/8154>, pp. 4-8, 2019.
- [7] Y. Subakti, Hasdiansah, and Z. Kurniawan, "Pengaruh Media, Temperatur Dan Waktu Perlakuan Annealing Pada Spesimen Standar ASTM D638 Type IV Menggunakan Filamen ST PLA," *Sprocket J. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 7-14, 2021, DOI: 10.36655/sprocket.v3i1.569.
- [8] W. H. Pratama, Hasdiansah, and Husman, "Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Material Filamen PLA + Menggunakan Metode Taguchi," *Sprocket J. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 39-45, 2021, DOI: 10.36655/sprocket.v3i1.568.
- [9] A. Sugandi, amin nur Akhmadi, and M. Qurohman, "Analiss kekuatan uji tarik terhadap hasil 3d printer creality ender 5pro," pp. 1-4.
- [10] T. Rusianto and S. Huda, "A riview : jenis dan pencetakan 3d (3d printing) untuk pembuatan prototipe," *J. Teknol.*, vol. Volume 12, no. 28, pp. 14-21, 2019.
- [11] M. H. Bari, "Optimasi Parameter Proses Pada 3D Printing FDM Terhadap Kekuatan Tarik Filament PLA Food Grade Menggunakan Metode Taguchi L27," 2021.
- [12] R. D. Salindeho, J. Soukota, and R. Poeng, "Pemodelan pengujian tarik untuk menganalisis sifat mekanik material," *J. J-Ensitem*, vol. 3, no. 1, pp. 1-11, 2018.
- [13] F. Van Der Klift, Y. Koga, A. Todoroki, M. Ueda, Y. Hirano, and R. Matsuzaki, "3D Printing of Continuous Carbon Fibre Reinforced Thermo-Plastic (CFRTP) Tensile Test Specimens," *Open J. Compos. Mater.*, vol. 06, no. 01, pp. 18-27, 2016, doi: 10.4236/ojcm.2016.61003.

-
- [14] Douglas C. Montgomery, design and analysis of experiments. 2017.
- [15] H. A. Pamasaria, T. H. Saputra, A. S. Utama, and C. Budiyanoro, "Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3D Printing berbahan Plastik PP Daur Ulang dengan Menggunakan Metode Taguchi," JMPM (Jurnal Mater. dan Proses Manufaktur), vol. 4, no. 1, pp. 12-19, 2020, doi: 10.18196/jmpm.4148.