

Analisa Hasil Cetak 3D Printer Dengan Teknik Layer By Layer

I Made Ivan Wiyarta Cakra Sujana^{1*} dan Hendy Prasetyo²

¹Jurusan Teknologi Mesin, Politeknik Internasional Tamansiswa Mojokerto, Jalan Tamansiswa No. 30, Kec. Magersari, Kota Mojokerto, Jawa Timur

²Jurusan Teknologi Listrik, Politeknik Internasional Tamansiswa Mojokerto, Jalan Tamansiswa No. 30, Kec. Magersari, Kota Mojokerto, Jawa Timur

*Corresponding author: imadeivan.wcs@gmail.com

Artikel info: Diterima: 17 November 2022 | Disetujui 20 Desember 2022 | Tersedia online: 31 Desember 2022
DOI: 10.32722/jmt.v3i3.5174

Abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, proses manufaktur aditif telah berkembang pesat khususnya dalam proses FDM. Salah satu proses FDM yang berkembang adalah pencampuran dua filament yaitu teknik layer by layer. Teknik pencampuran dua filament dengan cara layer by layer adalah teknik pencampuran dengan konsep lapis pada satu specimen. Tujuan untuk menemukan sifat kekuatan filament dari hasil pencampuran dengan layer by layer. Hasil peneliti terdahulu menunjukkan bahwa sifat mekanik bahan PLA dan ABS sangat bergantung pada tingkat kepadatan dan pengaruh kecepatan cetak. Namun untuk mendapatkan hasil paduan yang sesuai dari PLA dan ABS diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menyesuaikan parameter dari paduan PLA dan ABS. sehingga diharapkan dari teknik pencampuran layer by layer mampu menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dari PLA dan ABS.

Kata-kata kunci: 3D Printer, PLA, ABS, Uji Tarik, Uji Banding

Abstract

In recent years, the additive manufacturing process has developed rapidly especially in the FDM process. One of the developing FDM processes is the mixing of two filaments, namely the layer by layer technique. The technique of mixing two filaments by layer by layer is a mixing technique with the concept of layers on one specimen. The aim is to find out the strength properties of the filaments as a result of mixing layer by layer. The results of previous studies show that the mechanical properties of PLA and ABS materials are highly dependent on the level of speed and the effect of printing speed. However, to obtain the appropriate alloying results from PLA and ABS, further research is needed to adjust the parameters of the PLA and ABS alloys. so that it is expected that the layer by layer mixing technique is able to produce better mechanical properties than PLA and ABS.

Keywords: 3D Printer, PLA, ABS, Tensile Test, Banding Test.

1. PENDAHULUAN

Pencetakan 3D adalah teknologi manufaktur aditifnya, yang dimana 3D pencetakan banyak digunakan di semua lapisan masyarakat, seperti perawatan medis, industri manufaktur dan pengembangan prototipe [6]. Bahan FDM yang paling banyak digunakan adalah polylactic acid (PLA) dan acrylonitrile-butadiene styrene (ABS), karena harganya yang murah dan mudah dicetak.

PLA menjadi salah satu pilihan material memiliki kekuatan yang baik dan mudah terurai dilingkungan (Biodegradable). Penerapan PLA di rekayasa plastik terbatas karena kristalinitas rendah, deformasi termal rendah, dan memiliki kerapuhan [2]. Oleh karena itu PLA biasanya dipadukan dengan bahan polimer lain untuk memperbaiki ketangguhannya. ABS merupakan salah satu bahan yang dipadukan dengan PLA. ABS memiliki daya tahan terhadap benturan yang lebih tinggi sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki sifat PLA yang rapuh. Selain itu ABS memiliki ketahanan terhadap bahan kimia yang baik. Akan tetapi ABS cenderung mudah menekuk sehingga sangat mempengaruhi hasil cetakan yang dibuat dibandingkan hasil cetak dengan PLA [3].

Penggunaan paduan PLA dan ABS tentunya menjadi salah satu inovasi terbaru sebagai bahan baku pembuatan produk berbahan plastik. Namun untuk mendapatkan hasil paduan yang sesuai dari PLA dan ABS diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menyesuaikan parameter dari paduan PLA dan ABS. Karena untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik dari bahan PLA dan ABS, diperlukan penyesuaian karakteristik dengan mengatur parameter-parameter dalam pencetakan benda kerja berbahan ABS dan PLA [4].

Pencetakan 3D dengan penggabungan dua material dapat memecahkan masalah sebelumnya yaitu keterbatasannya kemampuan suatu filament dimasing-masing individu, sehingga dari penggabungan dua filament diharapkan mampu meningkatkan sifat material tersebut. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana hasil paduan PLA ABS dengan menggunakan teknik layer by layer.

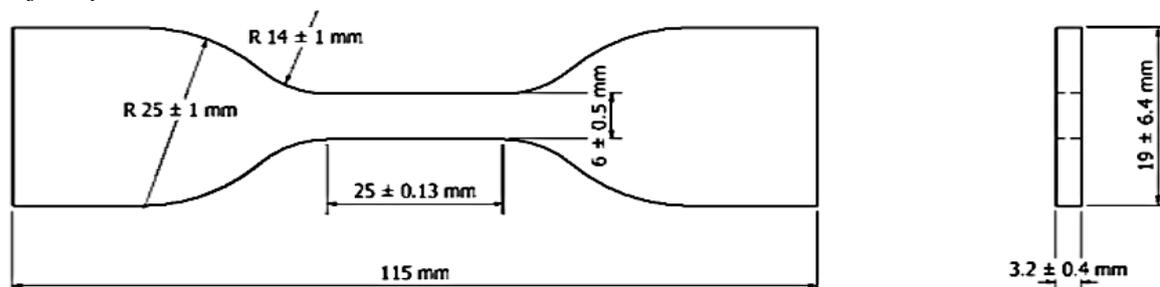
2. MATERIAL DAN METODE

Pada penelitian ini dilakukan proses pencetakan spesimen dengan menggunakan mesin 3D printer. Desain spesimen disesuaikan dengan standart ASTM D638 (Type IV) [5][7] dan teknik layer by layer dengan filament PLA ABS digunakan sebagai bahan benda kerja dan sifat umum diberikan pada Tabel 1 [9].

Tabel 1. Propertis Filamen PLA dan ABS

Filament	Printing Temperature (°C)	Density (g/cm ³)	Distortion Temperature (°C, 0.45 MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation At Break (%)	Bending Strength (MPa)	Impact resistance (kJ/m ²)
PLA	205-220	1.24	52	60	29	87	7.0
ABS	210-250	1.04	98	40	40	73	7.7

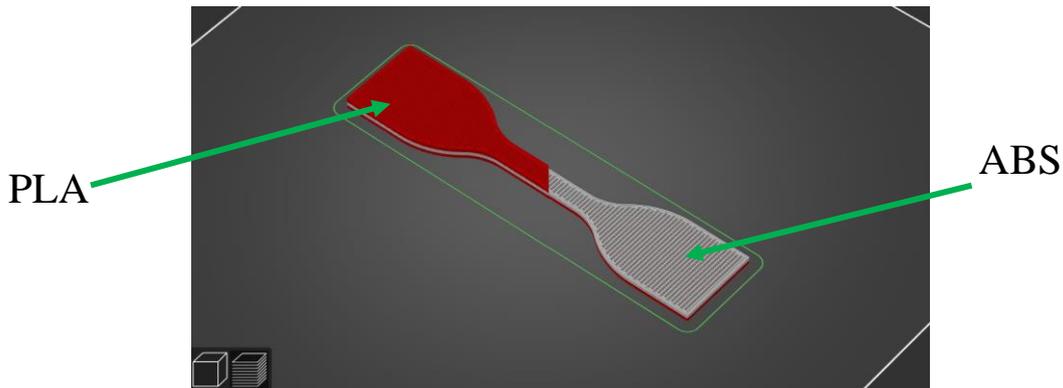
Standar pengujian yang dilakukan mengacu pada standar uji tarik ASTM D638 (Type IV) ukuran spesimen uji disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dimensi Material standar ASTM D638 TYPE IV

Pada proses pembagian lapisan layer untuk bahan PLA ABS dibagi menjadi 3 dimana tiap layer memiliki tebal 1.1 mm untuk susunannya PLA-ABS-PLA. Dalam proses pembuatan spesimen menggunakan software desain 3D CAD, hasil dari pemodelan diformat dalam bentuk file STL (Stereo Lithography). Perubahan format dari

CAD ke STL bertujuan untuk proses pembacaan pada software PurusaSlicer [5]. Untuk hasil simulasi proses print ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2 Lapisan spesimen uji tarik

Pada penelitian ini digunakan dua parameter proses yang berpengaruh terhadap proses uji tarik yaitu Infill dan sudut orientasi. Adapun parameter proses yang ditentukan ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter cetak

Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
Sudut Orientasi (<i>Raster Angle</i>)	0° PLA, 90° ABS	45° PLA, 45°ABS	0° PLA, 0° ABS
Densitas Infill (PLA-ABS)	50%-50%	60%-40%	80%-20%

Percobaan yang dipilih dalam orthogonal array harus lebih besar atau setidaknya sama dengan banyaknya percobaan yang diperoleh dari hasil perhitungan derajat bebas [8]. Yang dimana jumlah faktor adalah 2 dan jumlah level adalah 3, adapun rumus perhitungan ditampilkan pada persamaan (1).

$$\begin{aligned} \text{Derajat Bebas} &= \text{Faktor} \times (\text{Level} - 1) \\ \text{Derajat Bebas} &= 2 \times (3 - 1) \\ \text{Derajat Bebas} &= 4 \end{aligned} \quad (1)$$

Dari perhitungan diperoleh nilai derajat kebebasan (DOF) sebesar 4, maka jumlah eksperimen yang diambil minimal berjumlah 4. Sehingga penelitian ini menggunakan orthogonal array L18 yang memiliki jumlah eksperimen 18 percobaan, yaitu L18(2³).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengambilan data penelitian dilakukan dengan cara mengkombinasikan parameter cetak yang disetting pada mesin 3D printer. Adapun hasil pengujian ditampilkan pada tabel 3.

Exp	Sudut Orientasi	Infil	Regangan	Modulus (N/mm ²)	Kekuatan tarik (N/mm ²)
1	0° PLA, 90° ABS	50%-50%	0,054	488,13	26,33
2	0° PLA, 90° ABS	50%-50%	0,050	506,97	25,15
3	0° PLA, 90° ABS	50%-50%	0,055	465,79	25,84
4	0° PLA, 90° ABS	60%-40%	0,049	553,62	27,39
5	0° PLA, 90° ABS	60%-40%	0,052	556,99	29,19
6	0° PLA, 90° ABS	60%-40%	0,053	556,99	29,92
7	0° PLA, 90° ABS	80%-20%	0,056	665,50	37,29
8	0° PLA, 90° ABS	80%-20%	0,050	658,01	32,95
9	0° PLA, 90° ABS	80%-20%	0,052	635,56	32,80
10	45° PLA, 45°ABS	50%-50%	0,058	242,65	14,14
11	45° PLA, 45°ABS	50%-50%	0,062	227,13	14,19

12	45° PLA, 45°ABS	50%-50%	0,073	208,61	15,23
13	45° PLA, 45°ABS	60%-40%	0,073	259,78	19,07
14	45° PLA, 45°ABS	60%-40%	0,073	258,10	18,74
15	45° PLA, 45°ABS	60%-40%	0,056	270,22	17,44
16	45° PLA, 45°ABS	80%-20%	0,056	525,19	29,66
17	45° PLA, 45°ABS	80%-20%	0,049	576,75	28,15
18	45° PLA, 45°ABS	80%-20%	0,057	568,88	32,62

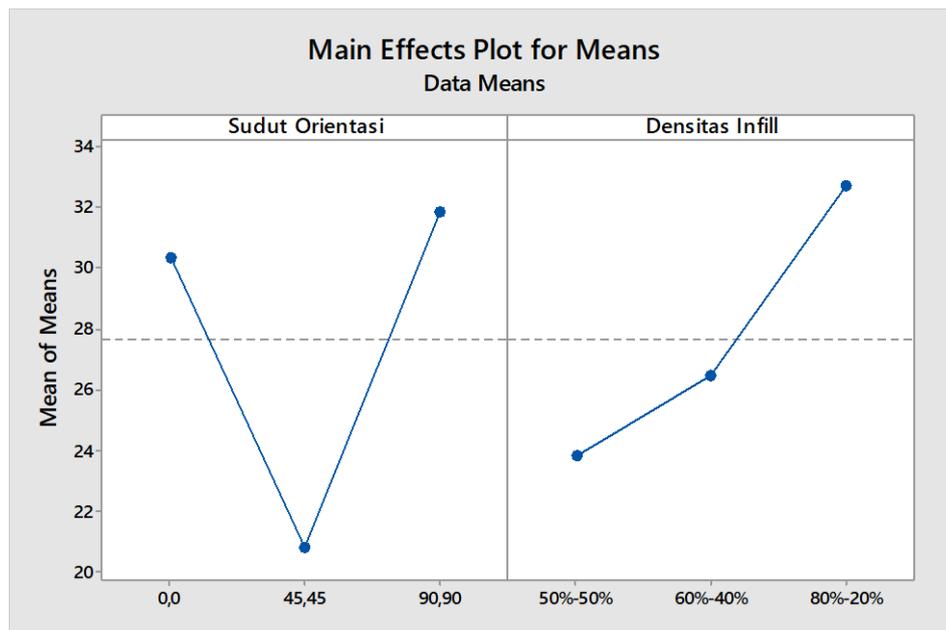


Gambar 3. Hasil cetak layer by layer



Gambar 4. Variasi infill 50-50%, 60%-40% dan 80%-20%

Pada gambar 3 terdapat perbedaan warna lapisan pada spesimen. Lapisan PLA dicetak dengan menggunakan filamen warna merah, sedangkan lapisan ABS dicetak dengan menggunakan filamen warna putih. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pengamatan visual secara langsung tanpa harus menggunakan alat bantu tambahan. Selanjutnya hasil dari pengolahan data uji tarik dibuat untuk mendapatkan hasil parameter yang akurat serta faktor yang mempengaruhi terhadap hasil uji tarik dengan menggunakan metode taguchi. Pemilihan dengan metode taguchi adalah untuk menyelesaikan masalah optimalisasi satu respon [10], hasil pengolahan data ditampilkan pada gambar 5



Gambar 5 Mean of means

Rencana optimasi taguchi memanfaatkan data yang diperoleh dari percobaan dan analisis dengan bantuan rasio S/N memberikan kemungkinan optimal untuk jumlah jalur yang dipilih sesuai dengan rencana yang disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Response Table for Means

Level	Sudut Orientasi	Densitas Infill
1	30.37	23.83
2	20.82	26.47
3	31.83	32.72
Delta	11.01	8.89
Rank	1	2

Nilai uji tarik tertinggi adalah pada percobaan ke-7, yaitu 37,29 N/mm² dengan parameter respon sudut orientasi 0° PLA, 90° ABS dan infill 80%-20%. Hal ini menunjukkan bahwa spesimen paduan PLA dan ABS dengan sudut orientasi 0°;90° memiliki ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan sudut orientasi 45°;45°. Pada analisa menggunakan software minitab 17 juga dijelaskan bahwa parameter yang paling berpengaruh adalah sudut orientasi, dengan nilai delta yang paling besar, 11.01.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pencetakan 3D printer dengan menggunakan teknik layer by layer diperoleh hasil kesimpulan sebagai berikut :

- Sudut Orientasi dapat memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik paduan PLA dan ABS yang dicetak dengan 3D printer dengan nilai delta sebesar 11.01 dengan nilai uji tarik sebesar 37,29 N/mm².
- Densitas infill dapat memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik paduan PLA dan ABS yang dicetak dengan 3D printer.
- Kombinasi variabel yang paling optimal untuk paduan PLA dan ABS yang dicetak dengan 3D printer yang diperoleh yaitu pada sudut orientasi 0°;90°

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Selama proses penyelesaian tugas akhir ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada teman-teman dan rekan kerja atas segala bantuan, saran, fasilitas, dan doa sehingga proses penyusunan artikel dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

1. Amendola, C., Lacerenza, M., Pirovano, I., Contini, D., Spinelli, L., Cubeddu, R., Torricelli, A., & Re, R. (2021). Optical characterization of 3D printed PLA and ABS filaments for diffuse optics applications. *PLoS ONE*, 16(6 June), 1–14.
2. Bijarimi, M., Shahadah, N., Ramli, A., Nurdin, S., Alhadadi, W., Muzakkar, M. Z., & Jaafar, J. (2020). Poly(Lactic acid) (PLA)/acrylonitrile butadiene styrene (ABS) with graphene nanoplatelet (GNP) nanocomposites. *Indonesian Journal of Chemistry*, 20(2), 276–281.
3. Cole, D. P., J. C. Riddick, H. M. I. Jaim, , K. E. Strawhecker, dan N. E. Zander. 2016. Interfacial mechanical behavior of 3D printed ABS. *Journal of Applied Polymer Science*. 133(30)
4. Ikhsanto, L. N., dan Zainuddin. 2020. Analisa Kekuatan Bending filamen ABS dan PLA Pada Hasil 3D Printer dengan Variasi Suhu Nozzle. *Media Mesin :Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 21 (1): 9-17
5. Lubis, G. S., Taufiqurrahman, M., & Ivanto, M. (2021). Analisa Pengaruh Parameter Proses Terhadap Uji Tarik Produk Hasil 3D Printing Berbahan Polylactic Acid. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 5(2), 39.
6. Madhav, C. V., Kesav, R. S. N. H., & Narayan, Y. S. (2016). Importance and Utilization of 3D Printing in Various Applications. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 5(3), 199–207.
7. Özsoy, K., Erçetin, A., & Çevik, Z. A. (2021). Comparison of Mechanical Properties of PLA and ABS Based Structures Produced by Fused Deposition Modelling Additive Manufacturing Eriyik Yığma Modellemesi Eklemeli İmalat ile Üretilen PLA ve ABS Esaslı Yapıların Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması. 27, 802–809.
8. Pamasaria, H. A., Saputra, T. H., Hutama, A. S., & Budiyanoro, C. (2020). Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3D Printing berbahan Plastik PP Daur Ulang dengan Menggunakan Metode Taguchi. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 4(1), 12–19.
9. Zaldy Sirwansyah Suzen, H. (2021). Pengaruh Geometri Infill terhadap Kekuatan Tarik Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Type IV Menggunakan Filamen PLA+ Sugoi. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 16(2), 140.
10. Zamheri, A., Syahputra, A. P., & Arifin, F. (2020). Studi Penyusutan Pembuatan Gigi Palsu Dengan 3D Printing Fdm Pendekatan Metode Taguchi. 12(2).