

---

---

## ANALISA KEKUATAN *TENSILE* MATERIAL POLYLACTIC ACID HASIL 3D PRINTER DENGAN SPESIMEN ISO 527-2

Leo Hutri Wicaksono<sup>1\*)</sup>, Riski Darmawan<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

\*Email Korespondensi: [leon@widyagama.ac.id](mailto:leon@widyagama.ac.id)

---

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p><b>Data Artikel :</b> Naskah masuk, 25 Desember 2022 Direvisi, 15 Januari 2023 Diterima, 14 Februari 2023 Publish, 27 Februari 2023</p>	<p>Teknologi percetakan tiga dimensi (3D) semakin luas penggunaannya di era digital saat ini. Beberapa keunggulan <i>3D printing</i> adalah dapat diproduksi secara massal dalam waktu relatif singkat, limbah yang minim dan mampu membuat struktur yang rumit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik material PLA merek ESUN menggunakan standar ISO 527-2 berdasarkan <i>parameter printing</i> yang telah ditentukan. Metode penelitiannya adalah pertama membuat desain 3D spesimen berdasarkan ISO 527-2 menggunakan <i>software</i> TinkerCAD dan di <i>slicing</i> menggunakan <i>software</i> Cura. Selanjutnya adalah mencetak spesimen sebanyak 5 spesimen menggunakan mesin 3D printer merk Kingroon KP3. Filamen <i>3D printer</i> yang digunakan adalah PLA. Spesimen yang telah dicetak kemudian dilakukan perlakuan uji tarik untuk mengetahui kekuatan tariknya. Tahap selanjutnya adalah menghitung nilai kekuatan tarik dan analisa standar deviasi dari nilai kekuatan tarik tersebut. Berdasarkan data pengujian didapatkan bahwa spesimen 1 memiliki nilai kekuatan tarik terbesar dengan nilai 15,95 MPa. Spesimen 5 memiliki nilai kekuatan tarik terkecil dengan nilai 12,65 MPa. Lebih lanjut spesimen ISO 527-2 tipe 5A dengan material PLA memiliki rata-rata nilai kekuatan tarik sebesar 14,21 MPa.</p> <p><b>Kata Kunci :</b> <i>3D printer, kekuatan tensile, polylactic acid, iso 527-2, filamen</i></p>

---

### 1. PENDAHULUAN

Teknologi percetakan tiga dimensi (3D) semakin luas penggunaannya di era digital saat ini [1]. Berbagai sektor industri telah mulai memanfaatkannya untuk menggantikan peran manusia. Teknologi percetakan 3D diciptakan pada tahun 1980-an [2], dan hingga saat ini perkembangannya sangat pesat. Hal ini menyebabkan teknologi tersebut semakin murah seiring dengan banyaknya jenis mesin 3D printer yang beredar di pasaran. Beberapa keunggulan *3D printing* adalah dapat diproduksi secara massal dalam waktu relatif singkat, limbah yang minim dan mampu membuat struktur yang rumit [3].

Printer 3D merupakan mesin yang mampu menciptakan benda 3 dimensi dengan bantuan *software computer aided design*. Konsep menciptakan benda 3D ini disebut sebagai *3D printing*. *3D printing* umum disebut juga sebagai *additive manufacturing* yaitu sebuah metode menciptakan objek 3D dengan teknik layer by layer atau lapisan per lapisan [4] [5]. Proses

---

tersebut juga dibantu dengan terlebih dulu menciptakan desain 3D dari benda atau objek yang ingin dibuat [6]. *Fused deposition modeling* (FDM) atau *fused filament fabrication* (FFF) merupakan teknik/metode *additive manufacturing* yang kerap digunakan untuk peccetakan 3D. Prinsip kerja *Fused deposition modeling* adalah memanaskan thermoplastic polimer dalam bentuk filamen kemudian membentuk objek 3D per lapisan [7] [8].

Untuk menciptakan objek 3D, selain mesin *3D printer* juga membutuhkan *filament*. *Filament* merupakan material 3D printing yang umum digunakan pada *Fused Deposition Modeling*. Terdapat beberapa jenis material yang dapat digunakan untuk menciptakan objek 3D. Beberapa diantaranya adalah *polylactic acid* atau PLA, *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *Polyethylene terephthalate glycol* (PETG), dan lain-lain. Masing-masing material tersebut memiliki keunggulannya masing-masing. Hal ini disesuaikan dengan jenis onjek yang ingin diciptakan. PLA umum digunakan sebagai material 3D printing karena beberapa keunggulan yaitu mudah didapatkan dan mudah pada saat mencetak, suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi sekitar 210°C, relatif aman, murah dan kuat.

Kekuatan tarik atau *tensile strength* adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan sebuah bahan Ketika diregangkan atau ditarik. Ardiansyah [9] melakukan penelitian terhadap kekuatan tarik filamen PLA buatan R3D Maker dengan berbagai jenis *infill pattern*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh *infill pattern* zig-zag dengan suhu 205°C sebesar 42,5 MPa, dan kekuatan tarik terendah sebesar 30 MPa oleh *infill pattern* tipe *cross*.

Pratama [10] melakukan optimasi kekuatan tarik pada filamen PLA+ menggunakan metode Taguchi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik PLA+ adalah suhu *nozzle*, *printing speed*, *layer thickness* dan *cooling speed*.

Pristiansyah [11] melakukan penelitian transparansi produk hasil 3D printing. Filamen yang digunakan adalah PETG. Teknologi 3D printing dapat dimanfaatkan untuk menciptakan organ tiruan pada tubuh manusia, oleh sebab itu organ tubuh manusia dicetak setransparan mungkin agar para dokter dapat melihat dengan jelas detail dari organ tersebut. Hasil dari penelitian ini adalah filamen PETG memiliki nilai lux sebesar 36,667 lux.

Penelitian oleh [6] menggunakan bahan ABS dan PLA dan parameter berupa suhu *nozzle* 230°C, 237°C dan 244°C. Ukuran specimen menggunakan standar ASTM D955. Ikhsanto [6] menyebutkan bahwa pada suhu 230°C ABS mampu menahan beban sebesar 26,863 N dan PLA mampu menahan beban sebesar 22,38 N. Pada suhu 237°C ABS mampu menahan beban sebesar 27,141 N dan PLA mampu menahan beban sebesar 23,71 N. Selanjutnya pada suhu 244°C mampu menahan beban sebesar 28,236 N dan PLA mampu menahan beban sebesar 28,06 N. Dari hasil penelitian menunjukkan semakin besar suhu *nozzle* maka beban yang dapat ditahan semakin besar.

Saat ini telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari material PLA [12] [13]. Namun belum terdapat penelitian yang spesifik meneliti kekuatan tarik dari material PLA dengan menggunakan standar ISO 527-2. Tidak hanya itu, belum terdapat penelitian serupa yang menggunakan *parameter printing* seperti yang digunakan pada penelitian ini. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik material PLA merek ESUN menggunakan ISO 527-2 dan *parameter printing* yang telah ditentukan.

## 2. METODE PENELITIAN

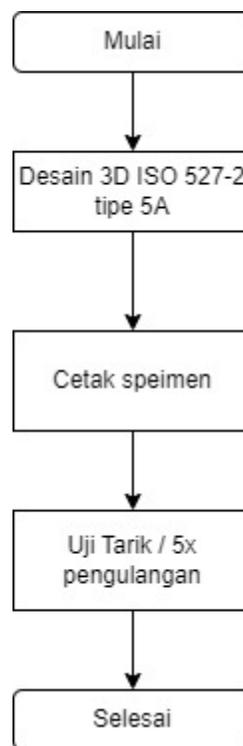
### a. Alat dan Bahan

Eksperimen menggunakan mesin 3D printer merk Kingroon KP3. Material filamen yang digunakan adalah PLA merk ESUN.

### b. Metode

Pembuatan specimen diawali dengan membuat desain 3D menggunakan software TinkerCAD. Desain specimen berdasarkan ISO 527-2 tipe 5A [14] [15]. Kemudian dilakukan proses *slicing* dengan menggunakan software Cura. Tahap berikutnya adalah mencetak specimen tersebut dengan mesin *3D printer*.

Pengujian *tensile stress* dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan kemudian menghitung nilai kekuatan tarik dari masing-masing pengulangan tersebut.



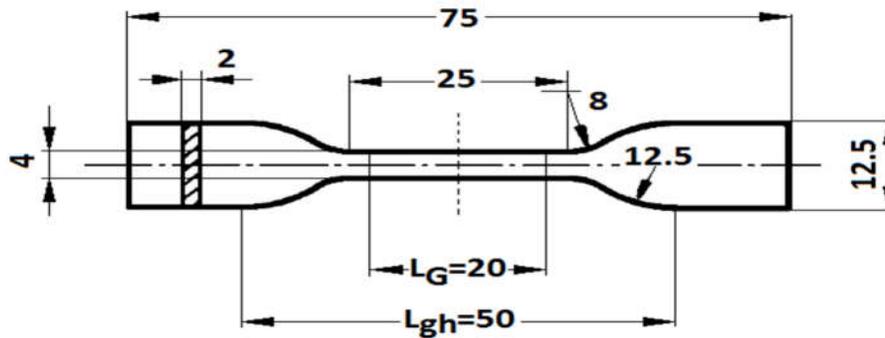
Gambar 1. Diagram alir eksperimen

### c. Printing parameter

Parameter yang digunakan untuk mencetak spesimen adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Printing Parameter

Parameter	Value
Nozzle temperature	200 °C
Layer Height	0.2 mm
Infill density	20 %
Print speed	60 mm/s



Gambar 2. Desain specimen berdasarkan ISO 527-2 tipe 5A [15]

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Hasil

Spesimen terdiri dari 5 spesimen yang dicetak sesuai standar ISO 527-2 tipe 5A. Tiap spesimen akan diberi uji tarik. Pada proses uji tarik, ujung-ujung dari spesimen akan dijepit pada mesin uji tarik. Kemudian diberi gaya tarik yang nilainya terus meningkat hingga spesimen tidak sanggup lagi menerima gaya tarik dan akhirnya patah.

Setelah pengujian dilakukan kemudian menghitung nilai kekuatan tarik dari tiap spesimen tersebut.



Gambar 3. Spesimen uji tarik

#### b. Pembahasan

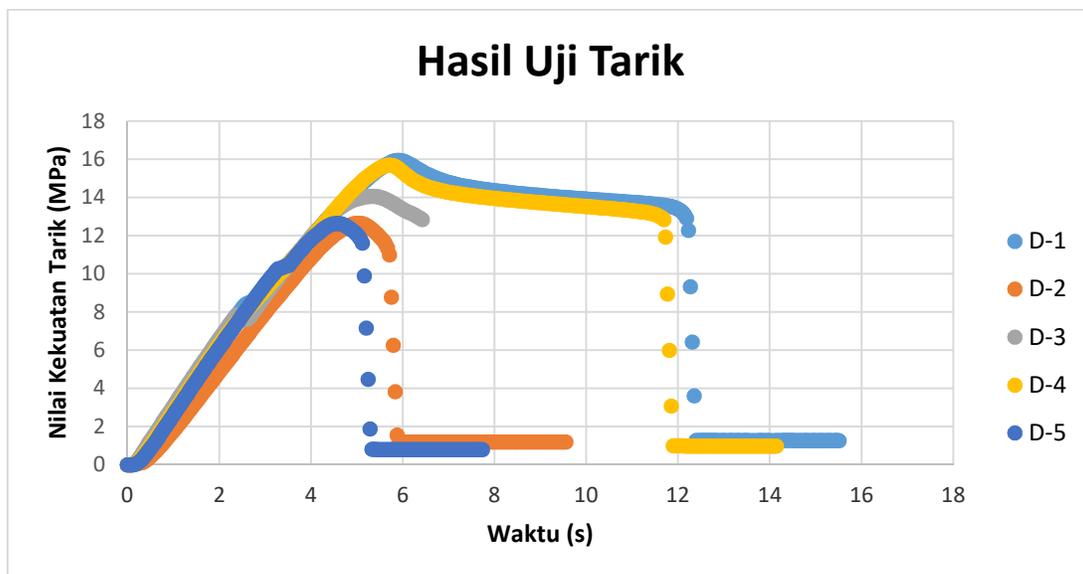
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil uji tarik spesimen

No Spesimen	Gaya Maksimum (N)	Nilal Kekuatan Tarik (MPa)
Spesimen 1	398,78	15,95
Spesimen 2	316,45	12,66
Spesimen 3	351,85	14,07
Spesimen 4	392,43	15,70
Spesimen 5	316,28	12,65
AVERAGE	355,16	14,21
STD.P	35,53	1,42

Dari tabel 2 diperoleh data yang menunjukkan nilai uji tarik pada tiap spesimen yang diuji. Tiap spesimen mendapatkan perlakuan *parameter printing* yang sama. Begitu juga dengan uji tarik yang dilakukan. Meskipun begitu, terdapat perbedaan pada hasil nilai uji tarik. Spesimen 1 memiliki nilai kekuatan tarik terbesar dengan nilai 15,95 MPa. Spesimen 5 memiliki nilai kekuatan tarik terkecil dengan nilai 12,65 MPa.

Analisa standar deviasi atau simpangan baku dari sejumlah data perlu dilakukan untuk melihat keakuratan sebaran data. Jika nilai standar deviasi lebih besar dari nilai rata-rata (*average/mean*) maka data tersebut dapat dinyatakan tidak baik. Dari tabel 2, menunjukkan bahwa nilai standar deviasi kekuatan tarik dengan nilai 1,42 lebih kecil dari nilai rata-rata kekuatan dengan nilai 14,21 MPa, oleh sebab itu data hasil uji tarik tersebut dapat dinyatakan bernilai baik.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Tarik

Gambar 4 menunjukkan hasil uji tarik tiap spesimen. Pada pengujian uji tarik, gaya yang diberikan semakin besar seiring berjalannya waktu. Spesimen 1 mencapai gaya maksimum pada titik 7,2 detik yakni sebesar 398,78 N. Spesimen 2 mencapai gaya maksimum pada 6,2 detik dengan nilai sebesar 316,45 N. Pada spesimen 3, gaya maksimum dicapai pada 6,55 detik dengan nilai 351,85 N. Pada spesimen 4 gaya maksimum dicapai pada 7,1 detik dengan nilai 392,43 N. Selanjutnya pada spesimen 5, gaya maksimum dicapai pada 5,6 detik dengan nilai 316,28 N.

Spesimen ISO 527-2 tipe 5A mencapai gaya maksimum (*ultimate tensile strength*) pada titik tertentu kemudian mulai mengalami *necking phase* hingga spesimen mengalami *fracturing* pada detik tertentu seperti ditunjukkan pada gambar 4.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan, spesimen ISO 527-2 tipe 5A dengan material PLA memiliki rata-rata nilai kekuatan tarik sebesar 14,21 MPa. Dengan standar deviasi sebesar 1,42. Spesimen 1 memiliki nilai kekuatan tarik terbesar dengan nilai 15,95 MPa. Spesimen 5 memiliki nilai kekuatan tarik terkecil dengan nilai 12,65 MPa.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Widyagama Malang dan LPPM Universitas Widyagama Malang yang telah membiayai kegiatan penelitian ini melalui program perintis tahun 2022.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Attaran, "The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing," *Business Horizons*, vol. 60, no. 5, pp. 677-688, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.bushor.2017.05.011.
- [2] J. Horvath, *Mastering 3D Printing*. Berkeley, CA: Apress, 2014. doi: 10.1007/978-1-4842-0025-4.
- [3] T. D. Ngo, A. Kashani, G. Imbalzano, K. T. Q. Nguyen, and D. Hui, "Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges," *Composites Part B: Engineering*, vol. 143, pp. 172-196, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.compositesb.2018.02.012.
- [4] M. Javaid, A. Haleem, R. P. Singh, R. Suman, and S. Rab, "Role of additive manufacturing applications towards environmental sustainability," *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, vol. 4, no. 4, pp. 312-322, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.aiepr.2021.07.005.
- [5] G. S. Lubis, M. Taufiqurrahman, and M. Ivanto, "Analisa Pengaruh Parameter Proses Terhadap Uji Tarik Produk Hasil 3D Printing Berbahan Polylactic Acid," *JEEMM*, vol. 5, no. 2, p. 39, Oct. 2021, doi: 10.30588/jeemm.v5i2.877.
- [6] L. N. Ikhsanto and Z. Zainuddin, "ANALISA KEKUATAN BENDING FILAMEN ABS DAN PLA PADA HASIL 3D PRINTER DENGAN VARIASI SUHU NOZZLE," *mesin*, vol. 21, no. 1, pp. 9-17, 2020, doi: 10.23917/mesin.v21i1.9418.
- [7] R. B. Kristiawan, F. Imaduddin, D. Ariawan, Ubaidillah, and Z. Arifin, "A review on the fused deposition modeling (FDM) 3D printing: Filament processing, materials, and printing parameters," *Open Engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 639-649, Apr. 2021, doi: 10.1515/eng-2021-0063.
- [8] O. S. Carneiro, A. F. Silva, and R. Gomes, "Fused deposition modeling with polypropylene," *Materials & Design*, vol. 83, pp. 768-776, Oct. 2015, doi: 10.1016/j.matdes.2015.06.053.
- [9] R. Ardiansyah, Z. Sirwansyah Suzen, and E. Erwansyah, "Pengaruh Parameter Proses Terhadap Kekuatan Tarik Produk 3d Printing Menggunakan Filamen Polylactic Acid (PLA) Buatan R3d Maker," *jist*, vol. 2, no. 12, pp. 2153-2164, Dec. 2021, doi: 10.36418/jist.v2i12.300.

- [10] W. H. Pratama, Hasdiansah, and Husman, "Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Material Filamen PLA + Menggunakan Metode Taguchi," *SJoME*, vol. 3, no. 1, pp. 39-45, Aug. 2021, doi: 10.36655/sprocket.v3i1.568.
- [11] Pristiansyah and Herianto, "Pengaruh Parameter 3D Printing Terhadap Transparansi Produk yang Dihasilkan," in *Innovation of Green Technology for Smart City*, UN PGRI Kediri, 2018, vol. 2. doi: <https://doi.org/10.29407/inotek.v2i1.480>.
- [12] A. Valerga, M. Batista, J. Salguero, and F. Girot, "Influence of PLA Filament Conditions on Characteristics of FDM Parts," *Materials*, vol. 11, no. 8, p. 1322, Jul. 2018, doi: 10.3390/ma11081322.
- [13] J. M. Chacón, M. A. Caminero, E. García-Plaza, and P. J. Núñez, "Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: Effect of process parameters on mechanical properties and their optimal selection," *Materials & Design*, vol. 124, pp. 143-157, Jun. 2017, doi: 10.1016/j.matdes.2017.03.065.
- [14] ISO 527-2, "Plastics – Determination of tensile properties," *International Organization for Standardization*, 2019. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:527:-1:ed-3:v1:en>
- [15] A. E. Romero *et al.*, "Tensile Properties of 3D Printed Polymeric Pieces: Comparison of Several Testing Setups," *Ing. Inv.*, vol. 41, no. 1, p. e84467, Mar. 2021, doi: 10.15446/ing.investig.v41n1.84467.

== Halaman Sengaja Di Kosongkan ==