

ANALISIS UJI TARIK DAN UJI BENDING DENGAN KARAKTERISTIK HONEYCOMB POLYLACTIC ACID (PLA) TERHADAP VARIASI SUHU RUANGAN

¹Christine Angelica Siagian, ²Dhimas Wicaksono, ³Ferry Setiawan

^{1, 2, 3}Teknik Dirgantara, STTKD Yogyakarta

Abstrak

Three dimensional (3D) Printing merupakan suatu teknologi pencetakan suatu material dengan menghasilkan suatu objek berbentuk tiga dimensi yang menggunakan teknik *Additive Manufacturing*, dengan metode *layer manufacturing*. Dalam penelitian ini, pencetakan objek tiga dimensi menggunakan material berbahan *polylactic acid*. *Polylactic acid* adalah suatu jenis filamen material plastik yang bersifat *biodegradable*, lebih mudah terurai dibanding filamen plastik lainnya, sehingga ramah lingkungan. Penelitian ini membahas mengenai pencetakan serta melakukan pengujian terhadap material berbahan *polylactic acid* dengan variasi suhu ruangan 18°C, 25°C, 30°C. Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu ruangan terhadap struktur *honeycomb* dengan melakukan uji tarik dan uji *bending*. Hasil pencetakan pada variasi suhu ruangan 18°C memiliki nilai stress rata-rata lebih tinggi pada uji *bending* dan memiliki nilai *modulus young* rata-rata lebih tinggi pada uji tarik dibanding suhu 25°C, dan suhu 30°C. Berdasarkan hasil pengujian *bending* pada suhu 18°C memiliki nilai stress rata-rata senilai 0,000126 MPa, untuk uji tarik pada suhu 18°C memiliki nilai modulus young rata-rata senilai 1,13827MPa.

Kata kunci: *Polylactic Acid, 3D Print, Tarik, Bending*

Abstract

Three Dimension (3D) Printing is a technology for printing a material by producing a three-dimensional object using the *Additive Manufacturing* technique, with the *layer manufacturing* method. In this study, printing three-dimensional objects using materials made from *polylactic acid*. *Polylactic acid* is a type of plastic filament material that is *biodegradable*, more easily decomposed than other plastic filaments, so it is environmentally friendly. This research discusses about the printing and testing of materials made from *polylactic acid* with room temperature variations of 18°C, 25°C, 30°C. Tests were carried out to determine the effect of room temperature on the *honeycomb* structure by conducting a tensile test and a bending test. Printouts at room temperature variations of 18°C have a higher average stress value in the bending test and have a higher average Young's modulus value in the tensile test compared to 25°C and 30°C. Based on the results of the bending test at 18°C it has an average stress value of 0.000126 MPa, for the tensile test at 18°C it has an average Young's modulus value of 1.13827MPa.

Keywords: *Polylactic acid, 3D print, tensile, bending*

Pendahuluan

PLA (*Polylactic acid*) merupakan material yang berasal dari jenis sumber daya terbarukan yang berasal dari saripati jagung, akar singkong, ataupun tebu atau disebut *biodegradable*. PLA memiliki tingkat kelenturan yang tinggi dan memiliki daya tahan panas yang baik (Kurniawan Eko Putra, 2019).

Pencetakan material berbahan PLA menggunakan mesin *3D Print*, penggunaan mesin *3D Print* banyak digunakan dikarenakan biaya yang terbilang murah, dan penggunaan alat lebih mudah. Mesin *3D Print* suatu mesin yang digunakan dalam pencetakan objek berupa tiga dimensi, yang terlebih dahulu didesain secara digital berbentuk tiga dimensi dengan menggunakan software,

¹Email Address: christinesiangian2001@gmail.com

Received 10 Agustus 2023, Available Online Desember 2023

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i2.940>

material yang hendak dicetak memiliki bentuk yang sama dengan *soft file* yang dibuat serta memiliki *volume* (A.G Wibisono, 2020).

PLA merupakan material tahan panas dan bersifat lentur, untuk mengetahui tingkat kelenturan material pada suhu tertentu dilakukan penelitian dengan menggunakan uji tarik serta uji bending.

Pengujian tarik dilakukan dengan cara menambahkan beban secara perlahan-lahan, kemudian terjadi penambahan panjang yang sebanding dengan *load* yang diberikan. Sedangkan uji bending dilakukan dengan cara memberi beban terhadap material pada suatu titik tengah spesimen yang ditahan diatas dua tumpuan kanan dan kiri, dengan mengalami perubahan bentuk atau deformasi.

Tinjauan Pustaka

Mesin 3D Print

Mesin 3D Print merupakan teknologi *rapid prototyping* yang menggunakan material termoplastik. Mesin 3D Print berfungsi dalam mencetak objek berbentuk tiga dimensi, yang didesain terlebih dahulu menggunakan software sebelum dicetak. Objek yang akan dicetak memiliki bentuk yang sama dengan desain atau *soft file* yang dibuat, dan memiliki panjang, lebar, serta tinggi. *Soft file* diproses dan dilakukan pada aplikasi *slicer* dimana berfungsi untuk mengubah desain menjadi lapisan tipis serta file yang dihasilkan berupa format G-code yang berisi instruksi, dan disesuaikan dengan jenis 3D Print yang hendak digunakan. File G-code kemudian dapat dicetak menggunakan *software* tiga dimensi.

Polylactic Acid

Polylactic acid merupakan *poliester alifatik* yang termasuk *termoplastic biodegradable* dan *bioaktif*. PLA merupakan stereokompleks yang sebanding dengan peningkatan kristalinitas, dan PLA memiliki sifat elastis. PLA memiliki sifat *printability* sehingga banyak digunakan dalam pencetakan objek tiga dimensi. PLA merupakan kristal polimer yang bersifat rapuh, sehingga dalam pembuatannya dibutuhkan *plasticizer* untuk menambah sifat mekanis dari PLA.

Uji Tarik

Uji tarik adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis suatu material, dengan cara memberikan gaya tarik pada suatu material, sehingga kita dapat mengetahui bagaimana material dapat bereaksi terhadap gaya tarik, mengetahui titik maksimum tarikan material, dan dapat mengetahui karakter material. Nilai kekuatan tarik maksimum (*Ultimate Tensile Stress*) adalah beban maksimum (P) dibagi luas penampang lintang (A_0), dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Regangan maksimum diperoleh dengan pembagian perpanjangan panjang ukur (ΔL) benda uji dengan panjang awal (L_0). Regangan (*Strain*) dapat dirumuskan dengan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Uji Bending

Uji bending adalah suatu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan lentur dari suatu material. Pengujian bending mengakibatkan sampel pada bagian atas mengalami proses

penekanan dan bagian bawah sampel mengalami proses tarik sehingga spesimen mengalami patah pada bagian bawah karena tak mampu menahan beban yang diberikan. *Flexural strength* merupakan hasil perhitungan dari gaya yang diberikan persatuan luas pada daerah spesimen yang patah dalam pembebanan lentur. Dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Metode Penelitian

Tahapan Penelitian

Berikut tahapan – tahapan penelitiannya:

1. Studi literatur
2. Identifikasi Masalah
3. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengujian
4. Menyiapkan beberapa komponen yang dibutuhkan dalam penelitian
5. Mendesain objek dalam 3D sesuai dengan standar ASTM D638 dan ASTM D790 dengan rasio internal geometri sesuai desain menggunakan software *Solidwork*.
6. Desain spesimen uji tarik dan uji bending
7. Converting format menjadi 3D *.stl*
8. Loading file menggunakan **.gcode** dan desain 3D *.stl* akan dicetak menggunakan *software Ultimaker Cura*
9. Pencetakan desain tiga dimensi menggunakan 3D *printer*, dengan material *polylactic acid*.
10. Apabila pencetakan berhasil, maka akan dilakukan uji titik dan uji bending.
11. Setelah dilakukan pengujian, maka data yang diterima akan dianalisa untuk menemukan kesimpulan pengujian.
12. Selesai.

Teknik Pengumpulan Data

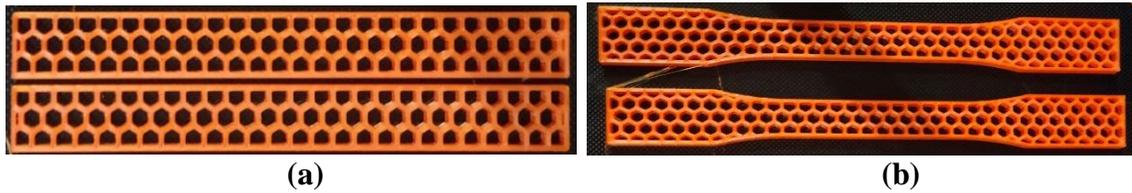
Dalam proses penelitian terlebih dahulu menyiapkan alat dan bahan dalam pembuatan spesimen. Alat dan bahan terdapat pada tabel berikut.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian

Alat	Bahan
Mesin 3D Print <i>Multifaction Environment Meter</i> Laptop <i>Bending Test</i> <i>Tensile Test</i>	<i>Filamen Polylactic Acid</i>

Teknik pengumpulan data menggunakan metode eksperimen. Data yang didapat dari pengujian tarik serta pengujian bending pada spesimen. Pengambilan data dilakukan setiap kenaikan suhu dari 18°, 25°, dan 30°. Dalam penelitian ini menggunakan mesin cetak 3d *print* serta menggunakan material berbahan PLA sebagai output. Penggunaan alat pendeteksi suhu yang bertujuan untuk mengetahui suhu ruangan pada saat pencetakan. Penggunaan mesin cetak ASTM D638 sebagai mesin uji tarik, dan mesin cetak ASTM D790 sebagai mesin uji bending. Kemudian data yang

diterima akan dikalkulasikan untuk menentukan spesimen terbaik pada suhu yang sudah divariasikan.



Gambar 1. Spesimen (a) Uji Bending, (b) Spesimen Uji Tarik

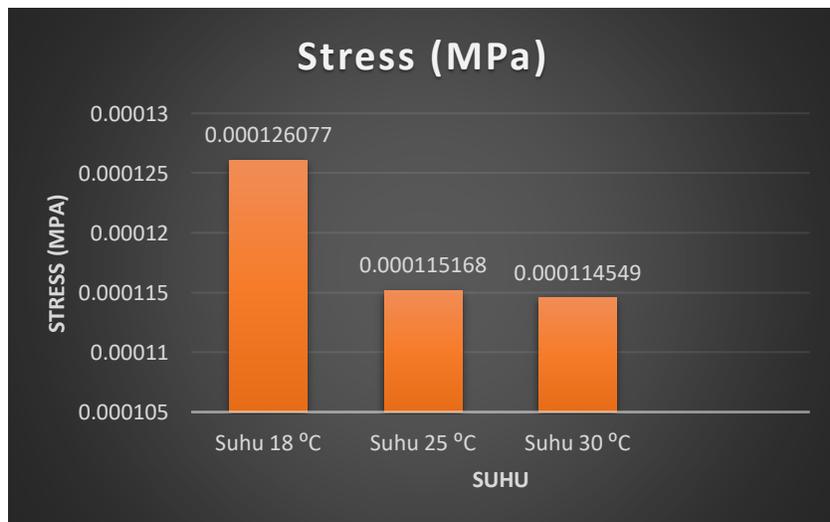
Hasil dan Pembahasan

Uji Bending

Tabel 2. Hasil Data Uji Bending

Variasi Suhu	Spesimen	L (cm)	d (cm)	b (cm)	Max. Load (kgf)	Max. Load (N)	σ (MPa)	Rata – Rata
18 °C	I	1,3	0,3	12,7	7,846	76,945	0,000131	0,000126
	II	1,3	0,3	12,7	7,225	70,855	0,000120	
25 °C	I	1,3	0,3	12,7	5,692	55,821	0,000095	0,000115
	II	1,3	0,3	12,7	8,075	79,191	0,000135	
30 °C	I	1,3	0,3	12,7	6,976	68,413	0,000116	0,000114
	II	1,3	0,3	12,7	6,717	65,873	0,000112	

Berdasarkan nilai rata-rata, tegangan (*Stress*) tertinggi pada pengujian bending terdapat pada variasi suhu 18°C yaitu sebesar 0,000126 MPa dan untuk variasi dengan tegangan terendah terdapat pada suhu 30°C, yaitu sebesar 0,000114 MPa, dari gambar grafik di atas beserta data hasil analisis dapat disimpulkan bahwa apabila terjadi pengurangan suhu pada saat proses pencetakan spesimen berbahan PLA (*Polylactic Acid*) maka nilai tegangan bending mengalami kenaikan kekuatan tegangan.

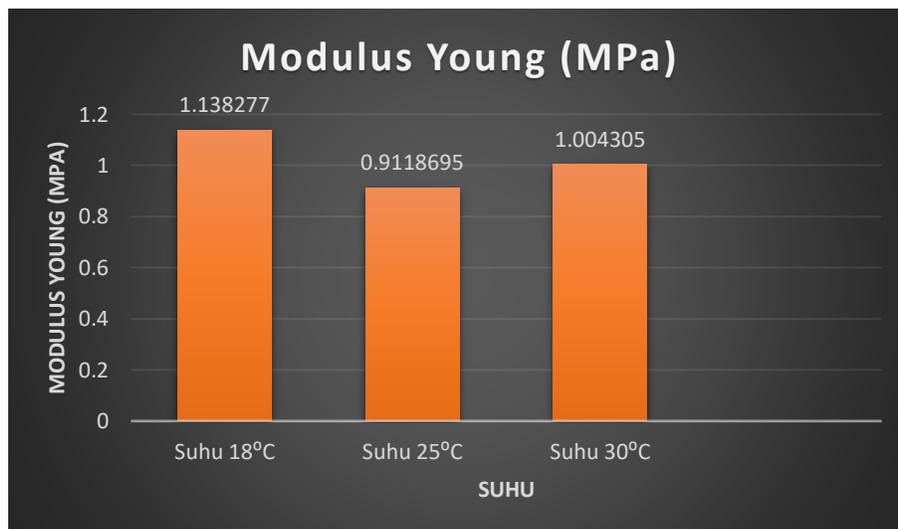


Gambar 2. Perbandingan hasil uji bending dengan variasi suhu ruangan

Tabel 2. Hasil Data Uji Tarik

Variasi Suhu	Sampel	Lo (cm)	Ao (m ²)	Max. Strain	Max. Stress (MPa)	Modulus Young (MPa)	Rata - Rata
Suhu 18°C	I	0,8	0,000495	0,15742	0,22530	1,43121	1,13827
	II	0,8	0,000495	0,35312	0,29850	0,84534	
Suhu 25°C	I	0,8	0,000495	0,26875	0,28036	1,04320	0,91186
	II	0,8	0,000495	0,28385	0,22155	0,78053	
Suhu 30°C	I	0,8	0,000495	0,36718	0,37910	1,03246	0,91596
	II	0,8	0,000495	0,35234	0,28168	0,79947	

Berdasarkan hasil nilai rata-rata, nilai *modulus young* tertinggi terdapat pada suhu 18°C yaitu senilai 1,138277 MPa, untuk nilai *modulus young* terendah terdapat pada suhu 25°C yaitu senilai 0,9118695 MPa. Dari data hasil analisis dapat disimpulkan, bahwa suhu ruangan berpengaruh pada saat melakukan pencetakan spesimen berbahan PLA (*Polylactic Acid*) dan dapat mempengaruhi nilai *modulus young* dari sampel, setelah *filament* keluar melalui *nozzle* suhu ruangan akan menyesuaikan terhadap sampel, sehingga mempengaruhi tingkat kekerasan dari sampel.



Gambar 3. Perbandingan hasil uji tarik dengan variasi suhu ruangan

Kesimpulan

Dari data hasil pengujian bending, dapat disimpulkan bahwa suhu 18°C memiliki nilai rata – rata tegangan maksimum tertinggi yaitu, 0,000126 MPa, sedangkan suhu 25°C dan suhu 30°C memiliki rata – rata tegangan maksimum senilai 0,000115 MPa dan 0,000114 MPa.

Pada pengujian tarik, suhu 18°C merupakan suhu yang memiliki nilai rata – rata modulus young tertinggi senilai 1,138277 MPa, sedangkan suhu 25°C dan suhu 30°C memiliki nilai rata – rata *modulus young* senilai 0,911869 MPa dan 0,91596 MPa.

Sampel yang mengalami proses pengerasan (*hardening*), yaitu sampel yang mengalami proses pemanasan *filament* dengan suhu tertentu dan disusul dengan pendinginan (*cooling*). Sehingga dapat disimpulkan suhu ruangan yang optimal dalam proses pencetakan yaitu suhu 18°C dikarenakan memiliki nilai rata - rata maksimum *stress* dan *modulus young* yang lebih tinggi dibanding suhu 25°C dan 30°C.

Daftar Pustaka

- Agris setiawan, dyah probowati, & intan maharani. (2022). *Ft-umsu 8 pengaruh infill type hasil cetak 3d printer terhadap sifat mekanik material berbahan polylactic acid (pla)*. 5(1).
- Arif imbang pambudi. (2017). *Analisis pengaruh internal geometri terhadap sifat mekanik material polylactic acid (pla) dipreparasi menggunakan 3d printing*.
- Budiman, w., anggono, j., & tanoto, y. (2016). Pengaruh orientas obyek hasil fused deposition modeling pada waktu proses. *Jurnal teknik mesin*, 16(2), 41–46.
- Dirga trisaplin, r., sirwansyah suzen, z., teknik mesin, j., & manufaktur negeri bangka belitung, p. (2021). *Analisis pada proses 3d printer terhadap pengujian tarik menggunakan filamen pla pro*.
- Hakim, r., saputra, i., prabowo utama, g., & setyoadi, y. (2019). Pengaruh temperatur nozzle dan base plate pada material pla terhadap nilai masa jenis dan kekasaran permukaan produk pada mesin leapfrog creatr 3d printer. In *jurnal teknologi dan riset terapan (jatra)* (vol. 1, issue 1).
- Kurniawan eko putra. (2019). *Pengaruh kekuatan tarik dan tekan pada bahan di 3d printer*.
- Lubis, s., & djamil, s. (2016). *Pengaruh orientasi objek pada proses 3d printing bahan polymer pla dan abs terhadap kekuatan tarik dan ketelitian dimensi produk*.
- Mubarak, m. H., priharyoto bayuseno, a., ismail, r., soedarto, j. H., & t. (2022). Pengaruh suhu ekstrusi terhadap densitas dan laju degradasi pada filamen 3d print berbahan pla, pcl, dan ha. In *jurnal teknik mesin s-1* (vol. 10, issue 1).
- Noor ikhsanto, l. (2020). Analisa kekuatan bending filamen abs dan pla pada hasil 3d printer dengan variasi suhu nozzle. In *media mesin: jurnal imiah teknik mesin* (vol. 21, issue 1).
- Oluwajobi, a. O., & kolawole, f. O. (2021). Design of a fused filament fabrication (fff) 3d-printer. *Nigerian journal of technology*, 40(2), 252–260.
- Pristiansyah, hasdiansah, & sugiyarto. (2019). Optimasi parameter proses 3d printing fdm terhadap akurasi dimensi menggunakan filament eflex. *Jurnal teknologi manufaktur*, 11(01).
- Santosa budiono, h. (2015). *Abstraksi pengujian kuat tarik terhadap produk hasil 3d printing dengan variasi ketebalan layer 0,2 mm dan 0,3 mm yang menggunakan bahan abs (acrylonitrile butadiene styrene)*.
- Yudha izma adriansyah. (2021). *Analisis uji bending komposit sandwich yang digabungkan 3d printing*.