

STUDI PERBANDINGAN KEKUATAN BENDA HASIL *3D PRINTING* DENGAN LIMA JENIS *INFILL DENSITY* YANG BERBEDA MENGUNAKAN MATERIAL *POLYLACTIC ACID* (*PLA*)

Fitratul Fajri, Sapto Wiratno Satoto, dan Domi Kamsyah

Politeknik Negeri Batam

Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: work.fifajri29@gmail.com

Abstrak

3D printing merupakan sebuah terobosan baru dalam dunia teknologi, *3D printing* adalah sebuah printer yang mampu mencetak benda 3 dimensi, yang bisa dipegang, dilihat, dan memiliki volume. Material yang biasa digunakan pada pencetakan ialah *PLA* yang merupakan kepanjangan dari *Polylactic Acid*, *PLA* atau *Polylactic Acid* merupakan material filamen yang digunakan pada proses pencetakan tiga dimensi. Kekuatan dan ketahanan benda yang menggunakan material *Polylactic Acid (PLA)* dan dicetak menggunakan mesin *3D Printing* tergantung pada ketebalan benda tersebut atau biasa disebut dengan *infill density*. Benda yang akan diuji kekuatannya ialah spesimen yang berukuran 10x10x55 mm. dibuat menggunakan mesin *3D Printing* menggunakan material *Polylactic Acid (PLA)*. Oleh karena itu dilakukan studi perbandingan kekuatan benda hasil *3D printing* dengan lima jenis *infill density* yang berbeda menggunakan material *Polylactic Acid (PLA)* yang bertujuan pengujian kekuatan benda hasil pencetakan *3D printing* untuk mengetahui kekuatan, efisiensi waktu, *cost*, dan keamanan maupun ketahanan suatu produk yang dihasilkan dengan lima persentase *infill* yang berbeda. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian spesimen, spesimen dengan *infill density* 60% menunjukkan hasil yang lebih baik karena estimasi waktu, *cost* dan kekuatan yang dihasilkan sangat optimal untuk penggunaan jangka panjang.

Kata kunci: *3D Printing, Polylactic Acid, PLA, Infill Density.*

Abstract

3D printing is a new breakthrough in the world of technology, 3D printing is a printer that is capable of printing three dimensional objects, which can be held, seen and have volume. The material commonly used in printing is PLA which stands for Polylactic Acid, PLA or Poly lactic Acid is a filament material used in the 3-dimensional printing process. The strength and durability of objects that use Polylactic Acid (PLA) material and are printed using a 3D printing machine depend on the thickness of the object or what is usually called infill. The object that will be tested for strength is a specimen measuring 10x10x55 mm. made using a 3D printing machine using Polylactic Acid (PLA) material. Therefore, a comparative study was carried out on the strength of objects resulting from 3D printing with five different types of infill density using Polylactic Acid (PLA) material with the aim of testing the strength of objects resulting from 3D printing to determine the strength, time efficiency, cost, and safety and durability of a product produced with five percentages of infill. Based on the results obtained from specimen testing, specimens with a 60% infill density show better outcomes because the estimated time, cost, and strength produced are highly optimal for long-term use.

Keywords: *3D Printing, PLA, Infill Density.*

1 Pendahuluan

Dalam perkembangan teknologi di Indonesia pada masa ini sangat banyak mengalami perubahan untuk mewujudkan Indonesia menjadi negara yang maju dan makmur, terutama dalam sektor Industri. Persaingan industri semakin ketat karena kemajuan teknologi yang selalu berkembang, Salah satu teknologi modern yang mulai berkembang di Indonesia adalah *3D printing*. *3D printing* merupakan sebuah terobosan baru dalam dunia teknologi. *3D printing* merupakan sebuah printer yang mampu mencetak benda tiga dimensi yang bisa dilihat, dipegang, dan mempunyai volume. Kelebihan *3D printing* ialah dapat membuat berbagai bentuk pola rumit, dikarenakan keleluasan gerakan *printing* pada ruang lingkup tiga Dimensi [1]. Bentuk dari mesin *3D printing* dapat dilihat pada Gambar.1 dibawah ini.



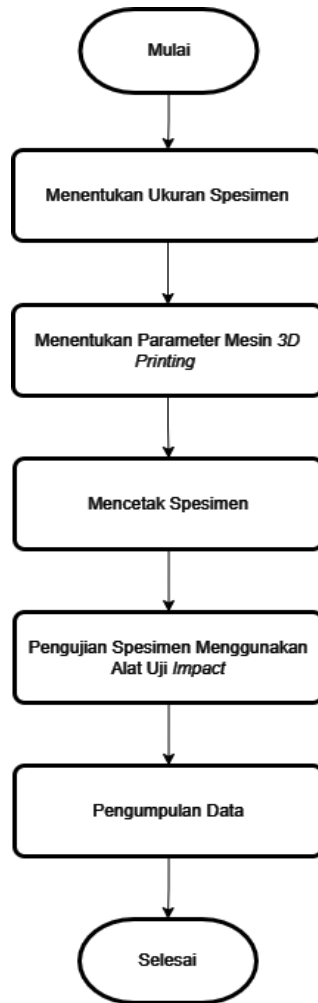
Gambar 1 : Mesin 3D Printing

Salah satu industri di Batam yang menggunakan *3D printing* ialah PT. Xyz Indonesia. Material yang biasa digunakan pada pencetakan menggunakan mesin *3D printing* ialah *PLA* yang merupakan kepanjangan dari *Polylactic Acid*, *PLA* atau *Polylactic Acid* merupakan material filamen yang digunakan pada proses pencetakan tiga dimensi. *Polylactic Acid (PLA)* memiliki sifat mekanik serta kimia yang baik serta memiliki sifat bahan yang murah dan ramah terhadap lingkungan [2]. Titik leleh pada filamen *Polylactic Acid (PLA)* pada proses *3D printing* biasanya terjadi pada suhu sekitar 180°C hingga 220°C, tergantung spesifikasi filamen dan printer 3D yang digunakan.

Benda hasil cetakan *3D printing* yang menggunakan material *PLA* sendiri memiliki ketahanan yang berbeda-beda tergantung pada *infill density* yang digunakan, *infill density* merupakan tingkat kerapatan pada bagian dalam atau inti dari objek yang akan dicetak. Pada proses pencetakan *3D printing infill density* sangat berpengaruh untuk menentukan kekuatan, efisiensi waktu, *cost* dan keamanan maupun ketahanan pada benda hasil pencetakan. Maka dari itu dilakukan studi perbandingan kekuatan benda hasil *3D printing* dengan lima jenis *infill density* yang berbeda menggunakan material *Polylactic Acid (PLA)* yang bertujuan untuk menguji kekuatan benda hasil pencetakan *3D printing* guna mengetahui kekuatan, efisiensi waktu, *cost*, dan keamanan maupun ketahanan yang dihasilkan dengan lima persentase *infil density* yang berbeda.

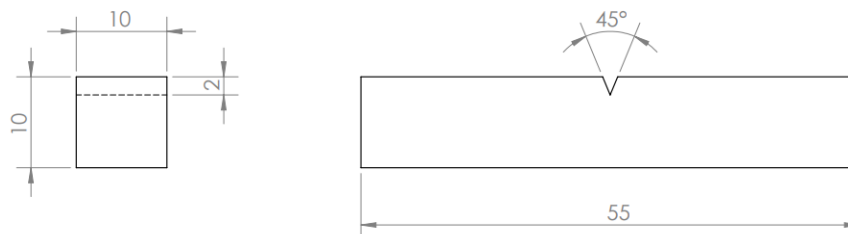
2 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini akan dijelaskan alur dari proses penyelesaian dari awal permasalahan hingga tahap akhir yaitu berupa hasil dari penelitian yang akan digambarkan melewati *flowchart* seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Flowchart

Sebelum dilakukannya proses pengujian pada benda yang akan diuji tentunya harus menentukan menentukan ukuran spesimen terlebih dahulu sebelum dilakukan proses pencetakan spesimen, ukuran spesimen yang digunakan yaitu *Thicknes* 10mm, *Width* 10mm, *Leght* 55mm, kedalaman *notch* 2mm dan bersudut 45°.



Gambar 3 : Ukuran Spesimen

Setelah mendapatkan ukuran yang diinginkan, benda di *design* menggunakan *software 3D* seperti *Solidworks* dan file disave dengan format *STL*. Tahap selanjutnya yaitu mengatur parameter yang digunakan

sebelum dilakukannya proses pencetakan, *software* yang digunakan untuk membuat parameter berbeda-beda sesuai dengan jenis mesin *3D Printing* yang digunakan. Disini penguji menggunakan *Software* bawaan dari mesin *3D printing* yang digunakan yaitu *Ideamaker*, parameter yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Parameter Operasi Mesin *3D Printing*

<i>Infill Density</i> (%)	<i>Infill Pattern</i>	<i>Nozzle Temperature</i> (°C)	<i>Bed Temperature</i> (°C)	<i>Layer Height</i> (mm)	<i>Print Speed</i> (mm/s)	<i>Nozzle Diameter</i> (mm)
20	Grid	210	60	0.2	60	0.4
40	Grid	210	60	0.2	60	0.4
60	Grid	210	60	0.2	60	0.4
80	Grid	210	60	0.2	60	0.4
100	Grid	210	60	0.2	60	0.4

Tabel diatas merupakan parameter yang akan digunakan saat proses pencetakan, benda yang akan diuji memiliki *infill density* yang berbeda-beda yaitu 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. *File* parameter dari *design* spesimen tersebut disimpan dengan format *.gcode* lalu dimasukkan kedalam Mesin *3D Printing* untuk dilakukan proses pencetakan. Berikut hasil dari proses pencetakan spesimen menggunakan mesin *3D Printing*.



Gambar 4 : lima spesimen yang akan diuji

Setelah seluruh spesimen sudah siap, maka berikutnya ialah dilakukannya proses pengujian kekuatan pada material tersebut menggunakan alat uji *impact*. Uji *impact* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, dan keuletan suatu material [3]. Berikut merupakan alat uji yang akan digunakan untuk menguji kekuatan spesimen

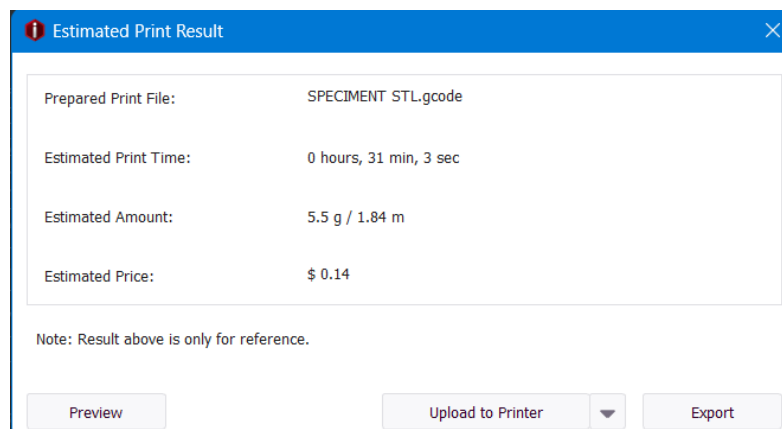


Gambar 5 : Alat Uji *Impact*

Proses pengujian menggunakan metode *charpy*, metode *charpy* merupakan pengujian *impact* dengan meletakkan posisi spesimen uji pada posisi horizontal dan arah pembebanan berlawanan dengan arah *notch*. Jika semua spesimen telah diuji kekuatannya menggunakan alat uji *impact* maka setelah itu dilakukan pengumpulan data perbandingan dari hasil pengujian tersebut. Data perbandingan yang diambil berupa kekuatan material, *cost* yang dihasilkan, dan lamanya proses pencetakan material.

3 Analisa Data dan Pembahasan

Berikut hasil dari perbandingan estimasi waktu pencetakan, *cost*, dan pengujian *impact* yang dilakukan pada lima jenis spesimen yang berbeda.

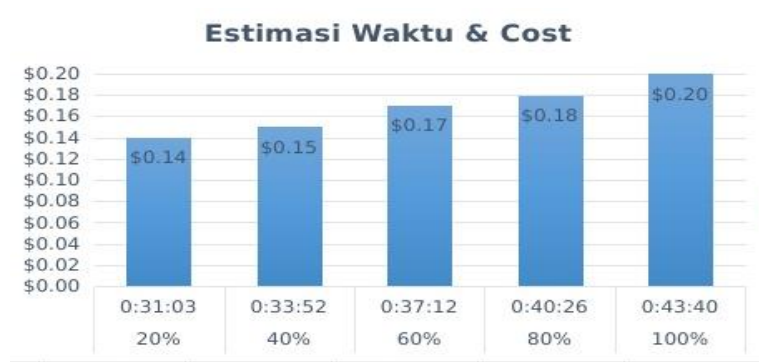


Gambar 6 : contoh *estimated print result* yang ditampilkan pada *software ideamaker*

Tabel 2. Perbandingan estimasi waktu, dan *cost* yang dihasilkan dari proses pencetakan spesimen

<i>Infill Density</i>	Estimasi Waktu	<i>Mass & Cost</i>
20%	00:31:03	5.5 g, \$ 0.14
40%	00:33:52	6.1 g, \$ 0.15
60%	00:37:12	6.7 g, \$ 0.17
80%	00:40:26	7.3 g, \$ 0.18
100%	00:43:40	7.9 g, \$ 0.20

Pada tabel diatas, estimasi waktu dan *cost* yang didapatkan dari proses pencetakan spesimen dengan ukuran 55x10x10mm berbeda-beda dikarenakan adanya perbedaan pada *infill density* disetiap spesimennya. Spesimen dengan *infill density* 20% mendapatkan hasil paling rendah yaitu estimasi waktu pengerjaan 31 menit 3 detik dan *cost* yang dihasilkan ialah \$ 0.14, sedangkan spesimen dengan *infill density* 100% mendapatkan hasil tertinggi yaitu estimasi waktu 43 menit 40 detik dan *cost* \$ 0.20. Estimasi waktu & Cost bisa dilihat pada grafik dibawah ini.



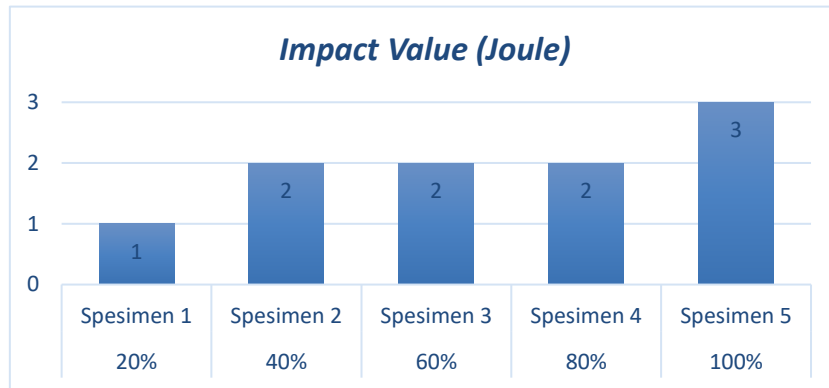
Grafik 1. Estimasi Waktu & Cost

Tabel 3. Hasil perbandingan pengujian *impact charpy* pada lima spesimen

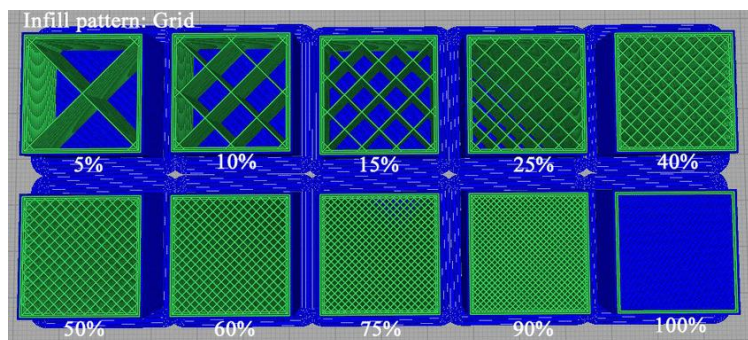
Spesimen No.	<i>Infill Density</i> (%)	<i>Impact Value</i> (Joule)
Spesimen 1	20	1
Spesimen 2	40	2
Spesimen 3	60	2
Spesimen 4	80	2
Spesimen 5	100	3

Dapat dilihat dari hasil pengujian *impact* lima jenis spesimen yang dilakukan mendapatkan hasil yang tidak

jauh berbeda dari jenis *infill density* yang digunakan, hasil pengujian *impact* tertinggi yaitu tiga *joule*. Ukuran spesimen yang terlalu kecil menyebabkan hasil pengujian *impact* tidak terlalu berbeda. Rongga *grid* pada *infill density* akan terlihat lebih lebar saat ukuran spesimen yang dicetak semakin besar. Pada hasil pengujian ada tiga jenis spesimen yang mendapatkan hasil yang serupa yaitu spesimen dengan *infill density* 40%, 60%, dan 80%. Hasil pengujian *impact* bisa dilihat pada grafik dibawah ini



Grafik 2. *Impact Value*



Gambar 7 : rongga pada setiap persenan *infill density*



a) Sebelum spesimen diuji *impact*



b) Sesudah spesimen diuji

Gambar 8 : *before* dan *after* uji *impact* spesimen

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perbandingan estimasi waktu, cost, dan kekuatan pada lima spesimen dengan persentase infill density yang berbeda, dapat ditarik kesimpulan yaitu :

- Estimasi waktu yang diperlukan untuk mencetak spesimen bervariasi tergantung pada persentase kepadatan *infill* dari setiap materialnya.
- *Cost* yang timbul dari proses pencetakan spesimen juga bervariasi tergantung pada persentase kepadatan *infill* dari setiap materialnya.
- Hasil uji *impact charpy* pada setiap jenis spesimen menunjukkan hasil yang hampir sama, karena ukuran spesimen yang terlalu kecil menyebabkan kepadatan didalam spesimen tidak berbeda secara signifikan.

Dari hasil perbandingan lima jenis spesimen yang berbeda, spesimen dengan persentase kepadatan *infill* 60% sangat cocok digunakan untuk membuat produk yang akan digunakan dalam jangka panjang. Ini disebabkan karena waktu yang dibutuhkan dalam proses pencetakan tidak terlalu lama, *cost* yang dihasilkan tidak terlalu besar, dan spesimen ini juga memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan benturan.

5 Daftar Pustaka

- [1] Nikolayevic dkk. (2016) "PERANCANGAN, PERAKITAN DAN PENGUJIAN MEKANISME 3D *PRINTING* BERBASIS FILAMEN LILIN", Diploma thesis, Universitas Andalas.
- [2] Martinus E A P, Nugroho Santoso, S.T., M.Eng., (2021) "PENGEMBANGAN FILAMEN *POLYLACTIC ACID (PLA)* DENGAN MENAMBAH SERBUK SERAT WARU UNTUK PROSES 3D *PRINTING*", Tugas akhir, Universitas Gadjah Mada.
- [3] Handoyo dkk. (2013) "PERANCANGAN ALAT UJI IMPAK METODE *CHARPY* KAPASITAS 100 *JOULE*." jurnal ilmiah teknik mesin 1.2.