

**Analisis Variasi *Pattern* 3D Printing terhadap Kekuatan Tarik*****Analysis of 3D Printing Pattern Variation on Tensile Strength*****Asmar Finali¹, Agung Fauzi Hanafi², Rochmad Eko P.U.³**^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banyuwangi³Program Studi Teknik Manufaktur Kapal, Politeknik Negeri Banyuwangi¹asmar@poliwangi.ac.id, ²agung@poliwangi.ac.id, ³rochmad@poliwangi.ac.id**Abstrak**

Perangkat 3D Printer yang berfungsi sebagai pencetak macam-macam produk. Dibandingkan dengan teknologi yang lain, teknologi 3D printer paling mudah untuk mencapai pencetakan bentuk bervolume dan saat ini termasuk teknologi yang cukup populer. Namun, sifat mekanis dari produk yang dihasilkan kemungkinan tidak lebih baik dari proses pencetakan lainnya. Oleh karena itu, perlu banyak penelitian untuk mengurangi kelemahan teknologi *printing* 3D yang bertujuan untuk menemukan parameter terbaik. Parameter ini meliputi penggunaan jenis printer, suhu, jenis filamen, persentase pengisi, perangkat lunak pencetakan produk 3D dan bentuk pola (*pattern*) yang digunakan. Jenis filamen yang umum digunakan adalah ABS, PLA dan PETG. Untuk jenis PLA+ paling mudah diaplikasikan karena karakteristik yang stabil. Sedangkan *pattern* yang bisa diaplikasikan produk 3D *printing* adalah *rectalinier*, *grid*, *triangular*, *wiggle* dan *honeycomb*. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa produk yang dihasilkan dari proses pencetakan tiga dimensi yang dilakukan pada variasi pola *rectalinier*, *triangular*, *honeycomb*. Hasilnya kekuatan tarik tertinggi dimiliki spesimen dengan pola *triangular*, dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 29,01 N/mm², dengan standar spesimen uji tarik D638.

Kata Kunci: pola, 3D printing, PLA+, sifat mekanik.

Abstract

3D Printer device that functions as a printer for various products. Compared to other technologies, 3D printer technology is the easiest to achieve volume printing and is currently a popular technology. However, the mechanical properties of the resulting product may not be better than other printing processes. Therefore, it needs a lot of research to reduce the weaknesses of 3D printing technology which aims to find the best parameters. These parameters include the use of printer type, temperature, filament type, fill percentage, 3D product printing software and the pattern shape used. The types of filaments that are commonly used are ABS, PLA and PETG. For this type of PLA+ the easiest to apply because of its stable characteristics. While the patterns that can be applied by 3D printing products are *rectalinier*, *grid*, *triangular*, *wiggle* and *honeycomb*. Based on the test results, it was found that the product resulted from the 3D printing process carried out in variations of *rectalinier*, *triangular*, *honeycomb* patterns. The result is that the highest tensile strength is owned by a specimen with a *triangular* pattern, with an average tensile strength value of 29.01 N/mm². With the standard tensile test specimen D638.

Keywords: pattern, 3D printing, PLA+, mechanical properties.

PENDAHULUAN

Teknologi *Additive Manufacturing* (AM) adalah prinsip pembuatan benda tiga dimensi dengan berbagai struktur. Ada beberapa teknologi manufaktur aditif, salah satunya adalah teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM). S. Scott Crump mengembangkan teknologi printer FDM 3D (tiga dimensi) pada akhir 1980-an dan

menjualnya oleh Stratasys pada 1990 [1]. Saat ini, dibandingkan dengan teknologi lain, FDM merupakan teknologi pencetakan 3D yang paling banyak digunakan. Kemudahan pengoperasian, biaya yang lebih rendah dan sifat yang ramah lingkungan merupakan alasan mengapa teknologi FDM lebih populer dibandingkan teknologi manufaktur lainnya. Keunggulan ini mendorong

pengembangan berbagai bentuk dasar produk, proses pembuatan, dan pengembangan berbagai aplikasi industri.

Tidak ada teknologi buatan manusia yang sempurna. FDM adalah teknologi yang bisa mengalami cacat karena menggunakan proses konstruksi lapis demi lapis, sehingga permukaan produk akhir tampak memiliki garis menunjukkan batas antar *layer* (lapis). Batasan setiap lapisan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kecepatan pencetakan printer menggerakkan pola, tinggi lapisan (yaitu tinggi atau ketebalan atau jarak lapisan) dan tekstur plastik cair akibat pencetakan suhu.

Kemampuan printer 3D yang dapat digunakan untuk membuat komponen yang dirancang khusus. Perkembangan percetakan printer 3D tidak terlepas dari berbagai perangkat lunak desain yang telah dibuat, dan produk 3D dapat diproduksi dan dicetak dengan menggunakan printer 3D. *Software* yang digunakan untuk mendesain objek 3D sebelum dicetak biasanya menggunakan CAD Inventor, Solidwork atau Sketch Up. Perancangan dengan *software* dapat membantu pengguna membuat produk 3D sesuai keinginan.

Penelitian parameter proses bahan PLA, seperti diameter nosel, ketebalan lapisan dan suhu *bed*, kekuatan tarik dan kekuatan lentur. Studi tersebut menemukan bahwa ketika ketebalan lapisan meningkat, kekuatan tarik menurun sementara kekuatan lentur meningkat. Dengan meningkatnya suhu *bed*, kekuatan tarik dan kekuatan lentur juga meningkat. Dengan bertambahnya parameter diameter nosel, maka kekuatan tarik meningkat, sedangkan kekuatan tekuk mulai berkurang, dan kemudian meningkat dengan bertambahnya diameter nosel [2].

Analisis penelitian untuk menentukan kondisi permukaan produk FDM cetak 3D, yang dipengaruhi oleh perubahan suhu *ekstruder* sekitar 210°C dan tebal *layer* sebesar 0,1 mm. Saat menggunakan printer FDM 3D untuk mendesain objek atau produk tiga dimensi, menghasilkan data dari penelitian kekasaran permukaan dengan rata-rata 11µm [3].

Parameter yang bervariasi secara internal dari pola segitiga dan bentuk sarang lebah dapat menghasilkan sifat mekanik terbaik pada segitiga geometris. Dari sampel kontrol yang dipelajari, hasil kuat tarik dan kekuatan tekuk konsisten dengan referensi lembar data material filamen PLA [4].

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang tertulis meliputi: bagaimana pola internal pengisi spesimen mempengaruhi sifat mekanis produk yang dihasilkan oleh printer 3D.

Batasan masalah digunakan untuk mengasumsikan parameter yang kurang berdampak di penelitian ini. Batasan masalahnya berupa bahan filamen setiap sampel dari semua variabel sama, tebal lapisan adalah sama,

temperatur *ekstruder* dan *bed* untuk pencetakan sampel dari setiap variabel adalah sama.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pola internal pengisi terhadap sifat mekanik yang dimiliki sampel dari printer 3D.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat sampel sesuai dengan perubahan yang telah ditentukan. Bahan yang digunakan untuk menyiapkan sampel adalah PLA +, dan sifat-sifatnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Filamen PLA +

No.	Keterangan Spesifikasi	Nilai
1	Print temp (°C)	205-225
2	Bed Temp (°C)	No Heat/ (60-80)
3	Density (g/cm ³)	1.25
4	Heat Distortion Temp (C, 0.45MPa)	52
5	Melt Flow Index (g/10min)	4(190°C/10kg)
6	Tensile Strength (MPa)	65
7	Elongatin at Break(%)	12
8	Flexural Strength (MPa)	75
9	Flexural Modulus (MPa)	2102

Proses mengkodekan sampel uji diawali dengan proses pembuatan model dengan menggunakan *software* CAD, lalu mengeluarkan *G-code* dengan perangkat lunak yang sesuai dengan jenis printer 3D. Langkah selanjutnya adalah menggunakan printer 3D untuk mencetak sampel uji. Kemudian gunakan jangka sorong untuk mengukur sampel uji yang dicetak untuk mengetahui ukuran sampel uji yang sebenarnya. Setelah mengetahui bahwa ukuran sampel uji sesuai dengan standar ASTM D638, akan digunakan mesin uji tarik untuk menguji kekuatan sampel uji. Hasil pengujian kemudian akan dianalisis untuk menentukan parameter yang diprediksi memiliki pengaruh besar terhadap sifat mekanik sampel uji. Ketebalan sampel standar ASTM D638 Tipe I adalah 7 mm dan 13 mm untuk lebarnya. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Banyuwangi.

Parameter yang digunakan dalam uji tarik meliputi temperatur *ekstruder* sebesar 215°C, temperatur *bed* sebesar 60°C, persentase pengisi 100% sedangkan variasinya dengan pola internal pengisi (*pattern*). Pola yang digunakan adalah *rectiliner*, *triangular* dan *honeycomb*. Berdasarkan pola internal pengisi yang digunakan, jumlah perubahan yang diuji pada penelitian ini adalah 3 perubahan, seperti terlihat pada Tabel 2.

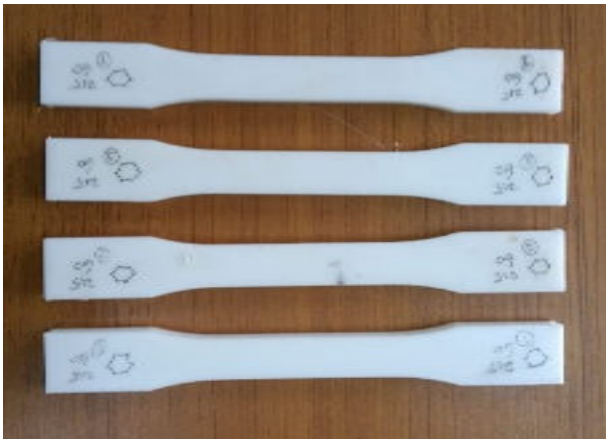
Tabel 2. Variasi Sampel Uji

<i>Internal Fill Pattern</i>		
<i>Rectiliner</i>	<i>Triangular</i>	<i>Honeycomb</i>

Berdasarkan Tabel 2, dibuat 3 varian spesimen uji, dan masing-masing varian memiliki 5 spesimen. Kemudian, setiap perubahan akan diuji pada mesin uji tarik untuk mendapatkan nilai kekuatan maksimum dari setiap

perubahan spesimen uji. Peneliti menggunakan printer 3D untuk membuat setiap sampel uji, diameter nosel 0,4 mm, tinggi lapisan 0,2 mm, jumlah pengisian 100%, temperatur ekstruder 215°C, dan temperatur bed 60°C.

Desain sampel uji dibuat sesuai dengan standar ASTM D638 [5]. Bentuk spesimen uji dapat dilihat seperti pada Gambar 1. Hasil pengujian kemudian akan digunakan untuk menentukan parameter yang memiliki pengaruh besar terhadap sifat mekanik bahan PLA+.



Gambar 1. Spesimen uji

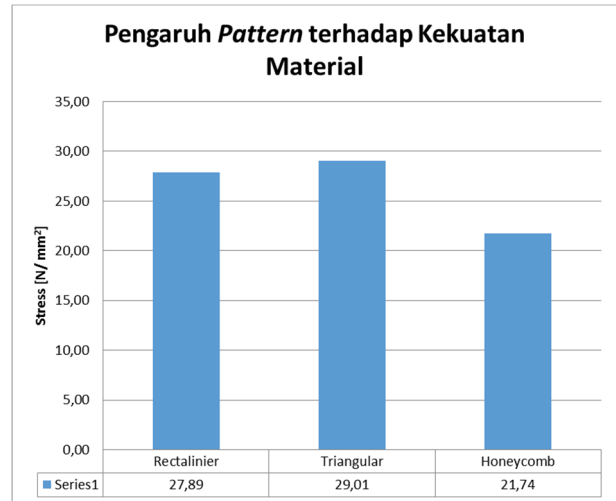
Pengujian kekuatan sampel uji dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D638. Pengujian kekuatan dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi. Proses pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

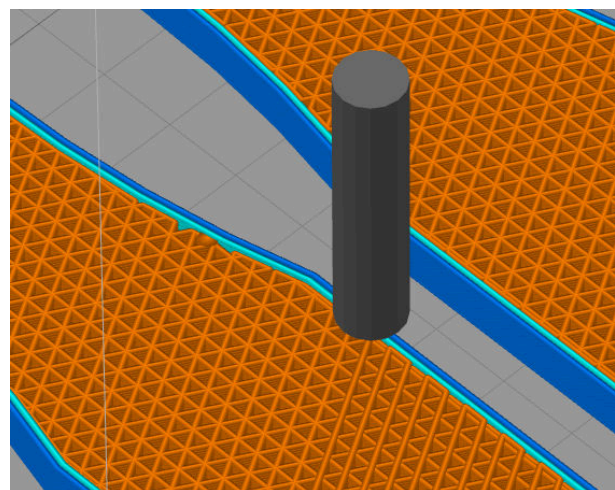
Hasil penelitian yang telah dilakukan disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan pembaca dalam memahami hasil penelitian. Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh *pattern* terhadap kekuatan material

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3, terlihat bahwa perbandingan antar spesimen, dengan pola *triangular* memiliki rata-rata tegangan paling tinggi yaitu 29,01 N/mm². Hasil ini menunjukkan bahwa pola internal pengisi sangat mempengaruhi sifat mekanik terutama kekuatan material *filament* PLA + yang digunakan dalam penelitian ini.

Secara umum, dengan mengubah pola internal pengisi, kekuatan spesimen akan meningkat. Peningkatan kekuatan dikaitkan dengan struktur penyusun produk yang lebih baik. Khususnya dengan pola pencetakan menggunakan *triangular*, seperti ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4. Pola segitiga pencetakan 3D printer

Struktur geometri pengisi bentuk segitiga akan menyebarkan gaya tarik yang dialami spesimen uji. Bahan yang struktur beraturan (segitiga sama sisi) akan

menghasilkan tingkat penyebaran gaya yang lebih tinggi di antara lapisan.

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian ini antara lain rata-rata tegangan tertinggi terdapat pada spesimen *internal fill pattern triangular* dengan besar 29,01 N/mm² dibanding menggunakan *pattern rectalinier* maupun *honeycomb*, yaitu menggunakan temperatur *ekstruder* 215°C dan bed 70°C. Pola berbentuk segitiga memberikan pengaruh pada produk hasil printer 3D dengan peningkatan nilai tegangan. Akan tetapi waktu pencetakan yang dibutuhkan lebih lama yaitu 78 menit, karena gerak *ekstruder* lebih banyak untuk garis-garis tambahan. Semakin banyak gerak *ekstruder*, akan semakin tinggi kekuatan material.

Saran

Saran yang dapat peneliti berikan berdasarkan penelitian ini adalah, proses pencetakan spesimen printer 3D sebaiknya dilakukan dengan memperhatikan komponen *infill* secara detail. Seperti *pattern*, *percentage*, dan *angle*, karena sangat mempengaruhi hasil produk yang dicetak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chua C. K., Leong K. F., Lim C. S.. "Rapid Prototyping : Principle and Application, 2nd Ed.". World Scientific : Singapore. 2003.
- [2] Kwatwani, J and Vineet Srivastava. 'Effect of Process Parameters on Mechanical Properties of Solidified PLA Parts Fabricated by 3D Printing Process'. Springer Nature Singapore Pte Ltd. pp. 95-104. 2019.
- [3] Setiawan, Andik A., Bayu Wiro K. dan Nurvita A., 'Optimasi Parameter 3D Printing Terhadap Keakuratan Dimensi dan Kekasaran Permukaan Produk Menggunakan Metode Taguchi Grey Relational Analysis', Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application, pp. 165-168. 2018.
- [4] Pambudi, Arif I., 'Analisis Pengaruh Internal Geometri Terhadap Sifat Mekanik Material Polylactic Acid (PLA) Dipreparasi Menggunakan 3D Printing' Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya. 2017.
- [5] ASTM D638-14. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. ASTM International. West Conshohocken, PA. 2014.