

Analisis Kekuatan Hasil Printer 3D Dengan Filamen Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Berdasarkan Variasi Suhu Nosel dan Jenis Isian

Strength Analysis of 3D Printer Results with Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) Filament Based on Nozzle Temperature Variations and Infill Type

Hisyam Ma'mun^{1*}, Joko Supriyanto¹, Gotsa Khusnun Naufal¹, Aan Burhanudin¹, Rifki Hermana¹

¹Teknik Mesin, Universitas PGRI Semarang, Semarang 50232, Indonesia

*Corresponding author: hisyam@upgris.ac.id

Diterima: 29-06-2025

Disetujui: 11-08-2025

Dipublikasikan: 19-08-2025

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Kemajuan teknologi, termasuk pencetakan 3D, memungkinkan pembuatan prototipe dari desain digital menggunakan printer 3D. Metode populer yang digunakan adalah Fused Deposition Modeling (FDM) dengan material termoplastik seperti Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) karena kualitas baik dan harga terjangkau. Dalam proses 3D printing, suhu nosel dan jenis isian memengaruhi sifat mekanik hasil cetak. Penelitian ini bertujuan mengetahui kekuatan tarik ABS dengan variasi suhu nosel dan jenis isian. Hasil uji tarik menunjukkan suhu 230°C menghasilkan tegangan luluh lebih tinggi pada sebagian besar jenis isian dibanding 240°C. Suhu 240°C cenderung meningkatkan tegangan maksimum pada isian grid dan concentric, namun tidak pada gyroid dan lines. Jenis isian concentric memiliki elongasi tertinggi pada kedua suhu, menunjukkan keuletan lebih baik dibanding jenis isian lain. Temuan ini diharapkan menjadi referensi parameter cetak optimal.

Kata Kunci: 3D printing, Acrylonitrile Butadiene Styrene, Suhu nosel, Jenis isian.

Abstract

Technological advancements, including 3D printing, enable the creation of prototypes from digital designs using 3D printers. A popular method is Fused Deposition Modeling (FDM) with thermoplastic materials such as Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), valued for its quality and affordability. In 3D printing, nozzle temperature and infill type influence the mechanical properties of printed objects. This study aims to determine the tensile strength of ABS with variations in nozzle temperature and infill type. Tensile test results show that a 230°C nozzle temperature produces higher yield strength for most infill types compared to 240°C. The 240°C setting tends to increase maximum tensile strength for grid and concentric infills, but not for gyroid and lines. The concentric infill type exhibited the highest elongation at both temperatures, indicating greater ductility compared to other infill types. These findings are expected to serve as a reference for optimizing printing parameters.

Keywords: 3D printing, Acrylonitrile Butadiene Styrene, Infill type, Nozzle temperature.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi telah mengubah secara drastis berbagai bidang dalam kehidupan manusia. Teknologi pencetakan 3D adalah salah satu teknologi yang berkembang sangat pesat. Ini memungkinkan seseorang membuat prototipe atau komponen nyata dengan mendesain di komputer dalam bentuk file tiga dimensi dan kemudian mencetaknya dengan printer tiga dimensi (Nugroho, S. A., & Magriyanti, A. A., 2020). Teknologi 3D printing atau juga dikenal sebagai

Additive Manufacturing (AM) adalah suatu proses pembuatan objek tiga dimensi dengan menambahkan material secara bertahap.

Teknologi *additive manufacturing* mencakup berbagai metode, termasuk teknologi yang dikenal seperti 3D printing (pencetakan 3D). Metode tersebut mencakup *Selective Laser Sintering* (SLS), *Fused Deposition Modeling* (FDM), *Stereolithography* (SLA), dan masih banyak lagi. Penerapan *additive manufacturing* meluas dari industri manufaktur tradisional hingga ke sektor-sektor seperti kesehatan, otomotif, aerospace dan masih banyak lagi. Inovasi terus berkembang pada teknologi ini, membuka pintu untuk berbagai aplikasi baru di berbagai industri. *Fused deposition modeling* (FDM) adalah salah satu metode pencetakan 3D yang paling populer. Proses ini melibatkan mencairkan material termoplastik dan mengeluarkan melalui nosel lapisan demi lapisan untuk membentuk objek.

Terdapat berbagai macam jenis material termoplastik untuk mencetak 3D, *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), yang umum digunakan dan sering menjadi pilihan karena kualitasnya yang baik dan harganya yang terjangkau. ABS adalah termoplastik yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu antara lain *acrylonitrile*, *butadiene*, dan *styrene*. Kombinasi ini memberikan ABS sifat-sifat yang membuatnya menjadi salah satu bahan pencetakan 3D yang populer. ABS memiliki sifat mekanik yang baik dan sering diaplikasikan pada beberapa bidang contohnya bidang otomotif untuk membuat bodi motor dan interior mobil, dibidang elektronik untuk membuat casing, saklar dan konektor, di bidang olahraga dan kesehatan untuk membuat helm, pelindung lutut dan siku dan masih banyak lainnya (Dimas, W., Maryanti, B., & Arifin, K., 2022).

Dalam 3D printing suhu nosel dan jenis isian merupakan parameter proses yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan dan bahan yang digunakan. Suhu nosel pada 3D printing merujuk pada suhu yang diatur untuk memanaskan bagian nosel tempat filamen meleleh. Suhu nosel umumnya bervariasi tergantung jenis filamen yang digunakan. Sedangkan isian merupakan struktur internal dari objek yang dicetak yang mengisi ruang antara permukaan lapisan luar dan permukaan lapisan dalam. Terdapat berbagai macam bentuk isian pada 3D printing tergantung jenis perangkat lunak yang digunakan. Suhu nosel dan jenis isian juga berpengaruh pada sifat mekanik hasil 3D printing. Untuk mengetahui sifat mekanik dari jenis isian hasil cetak 3D printing perlu dilakukan sebuah pengujian. Salah satunya adalah melakukan pengujian tarik. Karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik dengan variasi suhu nosel dan jenis isian yang dibuat melalui proses cetak 3D printing berbahan ABS.

Dari hasil penelitian Pristiansyah dkk (2022) diketahui bahwa urutan faktor yang paling berpengaruh terhadap hasil uji tarik filamen ABS CCTREE secara berturut-turut yaitu ketebalan lapisan sebesar 40,74%, kecepatan cetak sebesar 9,40%, suhu nosel sebesar 5,69%, temperatur bed sebesar 5,56% dan jenis isian sebesar 4,36%.

Dari penelitian 3D printer jenis FDM berbahan filamen PLA+ yang dilakukan oleh Suzen dkk dengan parameter pencetakan yaitu variasi suhu nosel, ketebalan lapisan, suhu bed, travel speed, kecepatan cetak dan variasi jenis isian diketahui bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu 43.20 MPa dengan suhu nosel 215°C dan isian jenis concentric, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah yaitu 24.50 MPa dengan suhu nosel 205°C dan isian jenis cross.

Dimas dkk (2022) melakukan penelitian dengan membandingkan hasil uji tarik spesimen nilon dan ABS hasil 3D printer. Hasilnya adalah tegangan tarik pada spesimen ABS lebih tinggi dibanding spesimen nilon. Patahan getas terjadi pada spesimen ABS, dan patahan ulet terjadi pada spesimen nilon. Menurut standar uji tarik, spesimen ABS masuk dalam standar material dan cocok digunakan untuk alternatif fabrikasi komponen kendaraan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi suhu nosel dan jenis isian terhadap kekuatan tarik hasil printer 3D jenis FDM dengan filamen ABS. Diharapkan hasil penelitian ini akan menambah referensi parameter proses cetak yang optimal.

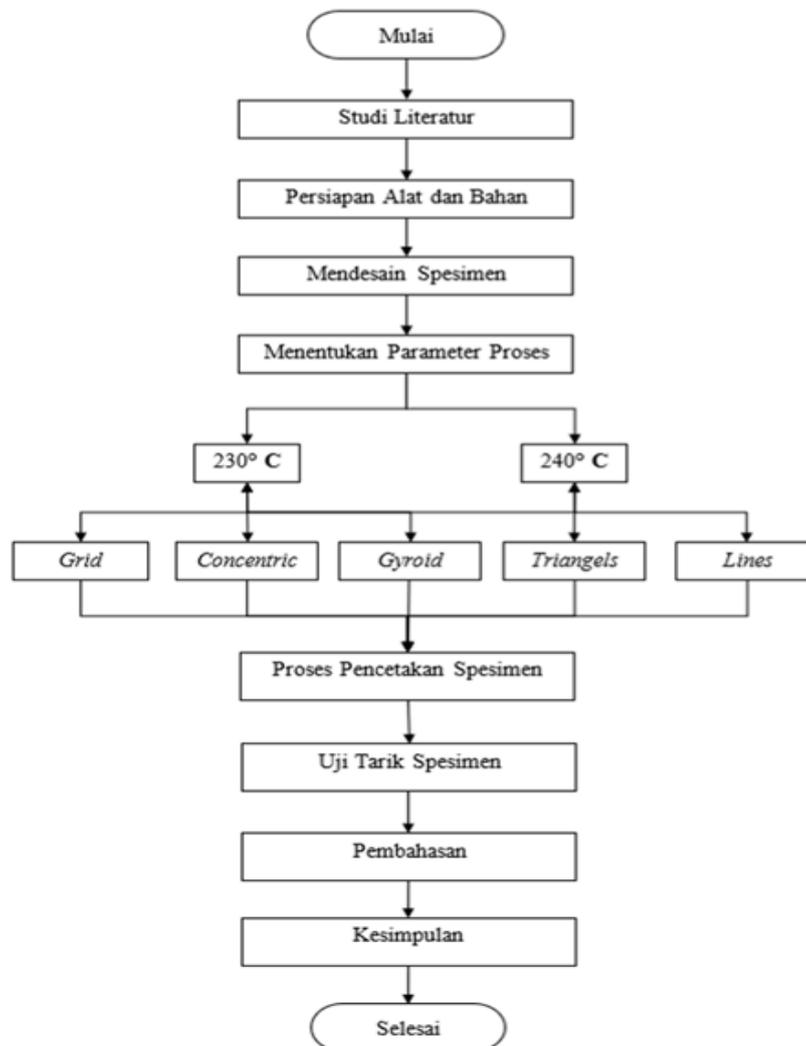
2. Metode

Penelitian bersifat eksperimental yang dilakukan di Program Studi Teknik Mesin Universitas PGRI Semarang. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu nosel dan jenis isian hasil cetak printer 3D dengan filamen ABS terhadap hasil pengujian tarik.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

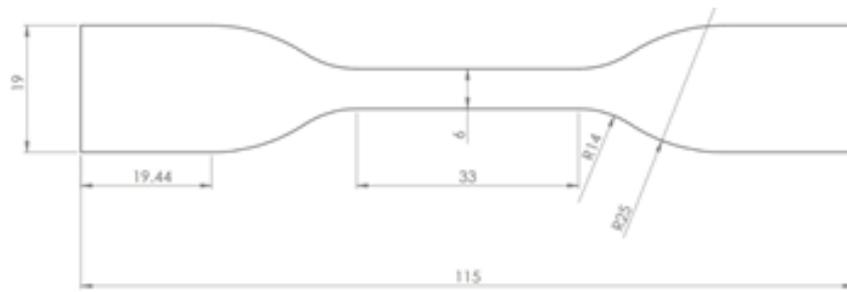
No	Alat dan Bahan
1	Printer 3D jenis FDM
2	Laptop
3	Filamen ABS
4	Mesin uji tarik

Diagram alir penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 1.



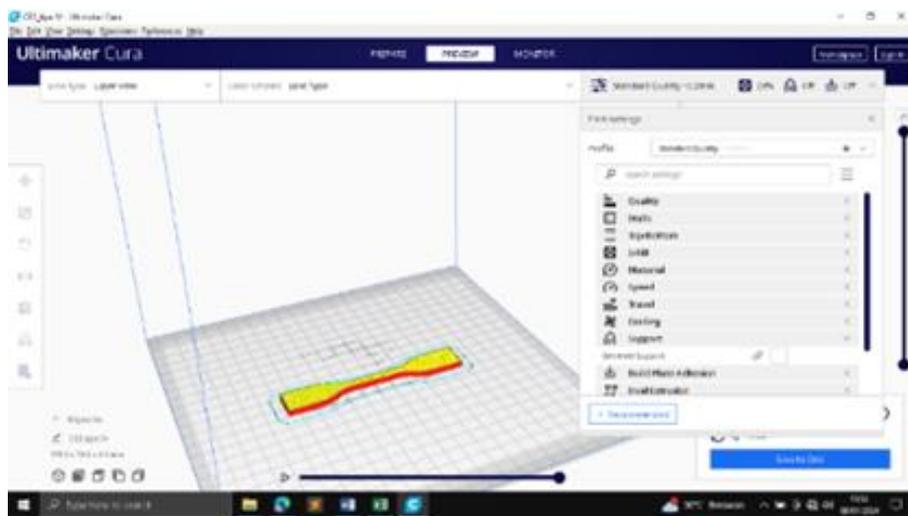
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah pertama yaitu mendesain spesimen menggunakan perangkat lunak CAD. Desain dibuat sesuai dengan ASTM D638 tipe IV yang umum digunakan untuk pengujian tarik material jenis plastik.



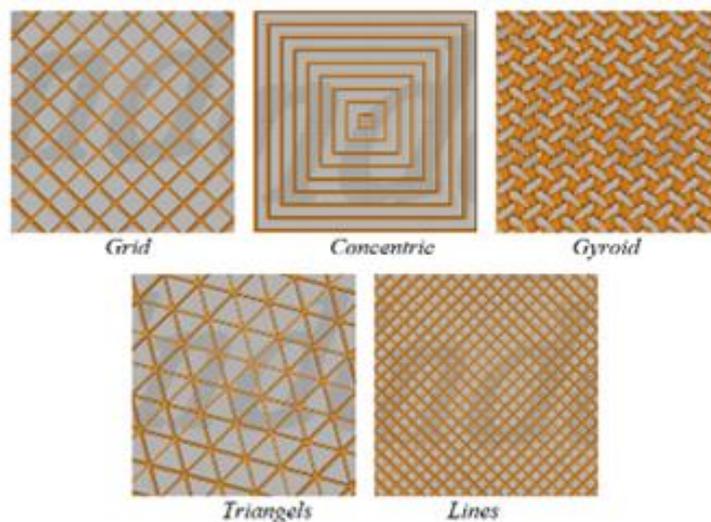
Gambar 2. Bentuk dan ukuran spesimen ASTM D638 Tipe IV (unit dalam mm)

Hasil desain berupa data dengan format STL dirubah menjadi format G-code menggunakan perangkat lunak Ultimaker Cura. Alasan utama untuk menggunakan G-code adalah untuk memberikan instruksi spesifik kepada printer 3D tentang bagaimana membuat objek yang telah didesain. G-code mencakup informasi seperti suhu, kecepatan gerak, koordinat, dan banyak parameter lainnya yang diperlukan untuk menghasilkan cetakan 3D.



Gambar 3. Proses merubah file STL ke G-code

Langkah berikutnya adalah proses pencetakan material menggunakan printer 3D jenis FDM sebanyak 30 sampel. 30 sampel digunakan untuk 10 jenis variasi (5 jenis isian dan 2 suhu nosel), sehingga 1 variasi memperoleh 3 data pengujian.



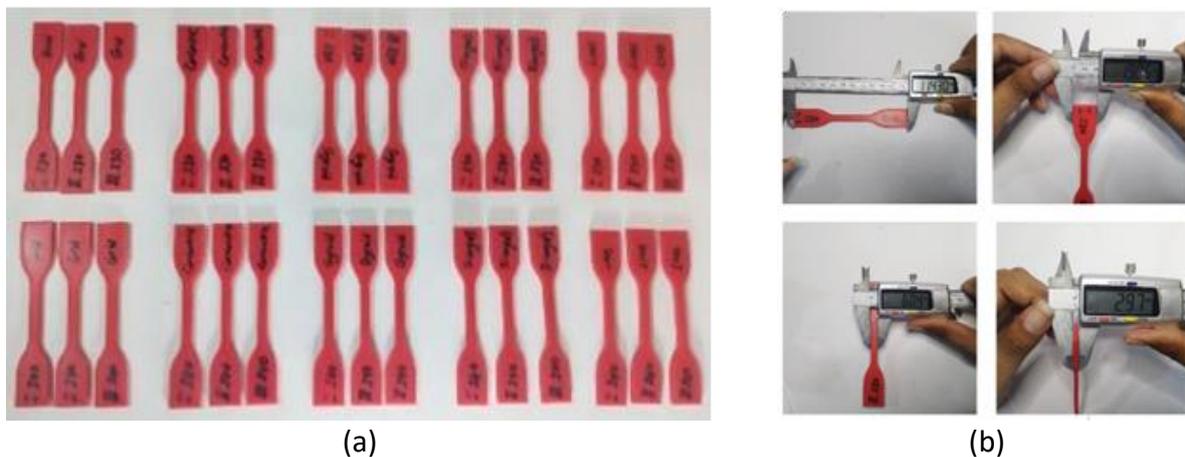
Gambar 4. Jenis isian

Data yang tercantum pada Tabel 2 merupakan rata-rata dari 3 data pengujian untuk masing-masing jenis variasi. Pada tahap ini ditentukan parameter proses yang berfokus pada suhu nosel dan jenis isian hasil cetak 3D printer. Pemilihan parameter proses yang merupakan variabel bebas penelitian berdasarkan referensi penelitian sejenis yang sudah ada. Parameter prosesnya yaitu suhu nosel 230°C dan 240°C, dengan jenis isianya yaitu *grid*, *concentric*, *gyroid*, *triangles*, dan *lines*. Untuk kesemua variasi parameter proses menggunakan temperatur bed 100°C, ketebalan lapisan 0,2 mm, isian 50%, dan kecepatan cetak 50 mm/s. Printer 3D yang digunakan untuk penelitian ini berjenis *Fused Deposition Modeling* (FDM) dengan merek Creality Ender 3V2 (Gambar 5).



Gambar 5. Pencetakan spesimen menggunakan Printer 3D jenis FDM dengan filamen ABS

Spesimen hasil printer 3D selanjutnya diukur untuk mengetahui apakah dimensi sudah sesuai standar pengujian tarik. Dimensi tersebut antara lain panjang dan lebar total, lebar bagian yang kecil, dan ketebalan. Hasil pengukuran salah satu sampel terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. (a) Sampel hasil cetak 3D printer; (b) Proses pengukuran dimensi spesimen



Gambar 7. Proses pengujian tarik (a) dan spesimen yang telah diuji tarik (b)

Langkah selanjutnya adalah pengujian tarik spesimen untuk mengetahui kekuatannya (Gambar 6 dan 7). Standar pengujian tarik menggunakan ASTM D638 tipe IV yang biasa digunakan untuk material jenis plastik. Langkah terakhir yaitu menarik kesimpulan dari data hasil pengujian tarik spesimen yang telah dianalisa.

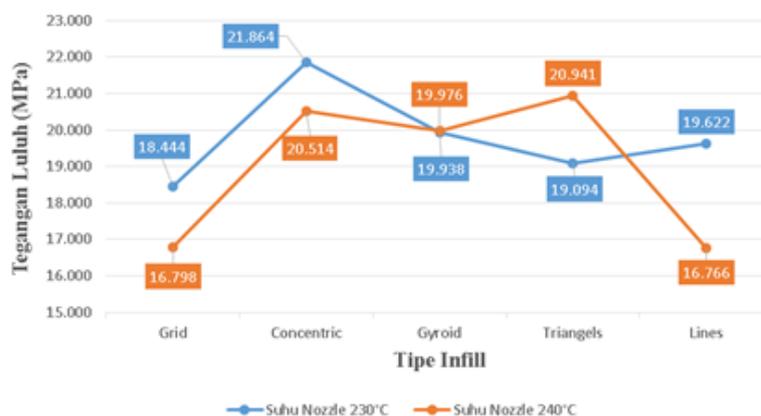
3. Hasil dan Pembahasan

Jumlah keseluruhan spesimen pada Tabel 2 adalah 10 buah. Hasil pengujian tarik sampel hasil cetak printer 3D ditunjukkan pada Tabel 2, grafik pada Gambar 8, 9, dan 10. Dari hasil pengujian diketahui pada suhu nosel 230°C tegangan maksimum tertinggi sebesar 21,864 MPa dengan jenis isian concentric, tegangan luluh tertinggi yaitu 24,283 MPa dengan jenis isian gyroid, dan *elongasi* tertinggi 21,6% dengan jenis isian *concentric*. Sedang pada suhu nosel 240°C tegangan maksimum tertinggi yaitu 20,94 MPa dengan jenis isian *triangels*, dimana tegangan luluh tertinggi adalah 24, 9 MPa pada jenis isian *triangels*, dan *elongasi* tertinggi 24, 6% dengan jenis isian concentri.

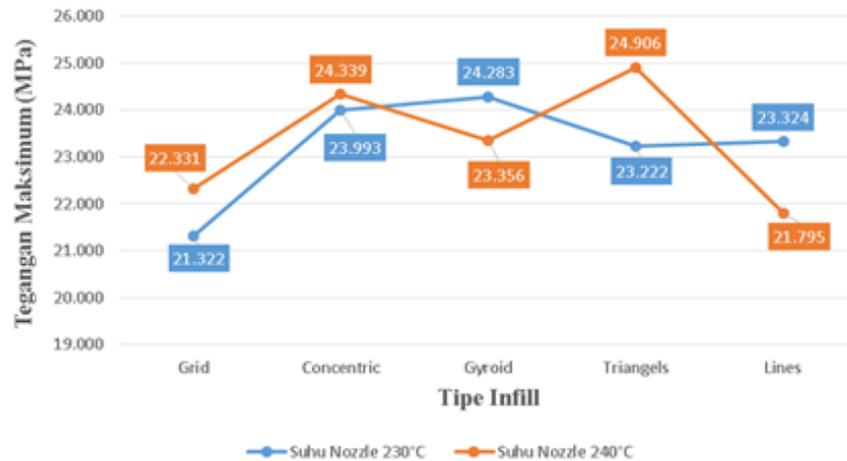
Tabel 2. Data hasil pengujian tarik spesimen

Suhu Nosel (°C)	Jenis Isian	Tegangan Luluh (MPa)	Tegangan Maksimum (MPa)	Elongasi (%)
230	Grid	18,444	21,322	8,698
	Concentric	21,864	23,993	21,615
	Gyroid	19,938	24,283	18,563
	Triangels	19,094	23,222	6,740
	Lines	19,622	23,324	15,990
240	Grid	16,798	22,331	9,542
	Concentric	20,514	24,339	24,666
	Gyroid	19,976	23,356	18,812
	Triangels	20,941	24,906	6,677
	Lines	16,766	21,795	10,938

Gambar 8 memperlihatkan hubungan antara suhu nosel dan jenis isian terhadap tegangan maksimum. Mengukur tegangan maksimum bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat ABS dapat menahan beban tarik. Dari grafik diketahui bahwa nilai tegangan maksimum tertinggi sebesar 24,906 MPa adalah spesimen dengan suhu nosel 240°C dan jenis isian *triangels*. Sedangkan nilai tegangan maksimum terendah sebesar 21,322 MPa adalah spesimen dengan suhu nosel 230°C dan jenis isian grid. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Asmar Finali (2020) mengenai analisis variasi pola hasil 3D printing terhadap kekuatan tarik, menunjukkan nilai tegangan tertinggi terdapat pada spesimen dengan jenis isian triangular dengan besar 29,01 N/mm².

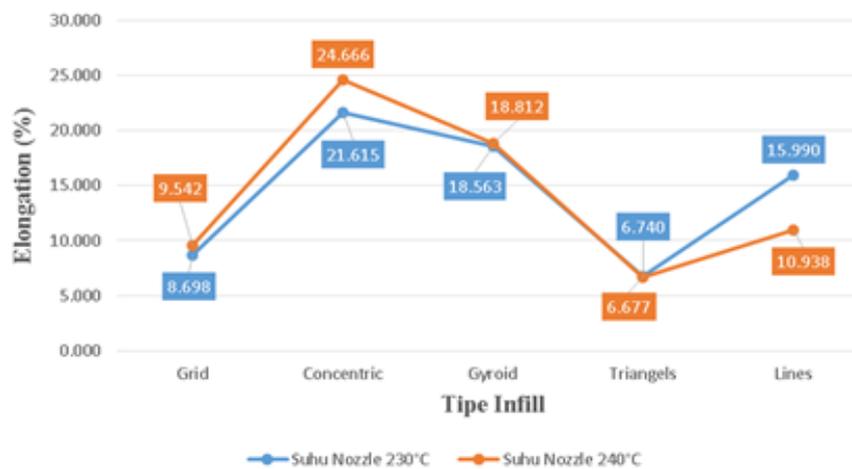


Gambar 8. Grafik tegangan luluh spesimen



Gambar 9. Grafik tegangan maksimum spesimen

Secara umum dengan mengganti jenis isian dapat merubah nilai tegangan maksimum. Perubahan tegangan maksimum dikaitkan dengan struktur penyusun produk yang lebih baik, khususnya pada jenis isian triangels. Akan tetapi pengaruh suhu nosel tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan tegangan maksimum, dimana jika suhu nosel semakin tinggi belum tentu nilai tegangan maksimum juga meningkat. Hal ini terbukti dari Gambar 9 dimana nilai tegangan maksimum yang tinggi untuk jenis isian *gyroid* dan *lines* justru terjadi pada spesimen dengan suhu nosel 230°C.



Gambar 10. Grafik elongasi spesimen

Gambar 10 memperlihatkan hubungan antara suhu nosel dan jenis isian terhadap elongasi pengujian tarik. Mengukur elongasi bertujuan menentukan keuletan material, yaitu seberapa besar material tersebut dapat meregang sebelum akhirnya patah. Dari grafik tersebut diketahui bahwa nilai elongasi tertinggi sebesar 24,666% adalah spesimen dengan suhu nosel 240°C dan jenis isian concentric. Sedangkan nilai elongasi terendah sebesar 6,677% adalah spesimen dengan suhu nosel 240°C dan jenis isian triangels.

Dari data di atas diketahui jika berdasarkan suhu nosel terlihat bahwa secara rata-rata, sampel yang dicetak pada suhu 230°C memiliki tegangan luluh dan elongasi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 240°C, sementara tegangan maksimumnya sedikit lebih rendah. Sedangkan jika dilihat berdasarkan jenis isian maka concentric memiliki tegangan luluh dan maksimum rata-rata tertinggi, sedangkan grid yang terendah. Untuk elongasi diketahui bahwa jenis isian concentric menunjukkan elongasi rata-rata yang jauh lebih tinggi dibandingkan jenis isian lainnya. Sebaliknya, triangles memiliki elongasi rata-rata terendah.

4. Kesimpulan

Suhu nosel 230°C memiliki nilai tegangan luluh yang lebih tinggi untuk sebagian besar jenis isian. Pada suhu nosel 240°C terjadi peningkatan tegangan maksimum untuk jenis isian *grid*, *concentric*, dan *triangles*. Jenis isian *concentric* memiliki elongasi tertinggi untuk kedua suhu nosel, menunjukkan bahwa jenis isian tersebut memberikan keuletan yang tinggi dibandingkan dengan jenis isian yang lain. Dari penelitian ini diharapkan akan menambah referensi parameter proses cetak yang optimal khususnya untuk printer 3D jenis FDM dan filamen ABS.

Daftar Pustaka

- Adi, P., D. Hodzic, dan A. Milovanovic. 2019. "Effect of Infill Type and Density on Tensile Properties of PLA Material for FDM Process." *30th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation Proceedings*: 545–554. <https://doi.org/10.2507/30th.daaam.proceedings.074>.
- ASTM D 638-14. 2019. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. ASTM International, United States.
- Cristian, D., dan R. Laszlo. 2017. "Effects of Raster Orientation, Infill Rate and Infill Pattern on the Mechanical Properties of 3D Printed Materials." *De Gruyter LXIX*: 23–30. <https://doi.org/10.1515/aucts-2017-0004>.
- Dimas, W., B. Maryanti, dan K. Arifin. 2022. "Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil 3D Printing Dengan Filamen Berbahan ABS dan Nilon." *Jurnal Rekayasa Mesin dan Inovasi Teknologi* 3: 208–213.
- Finali, A., A. F. Hanafi, dan P. U. R. Eko. 2020. "Analisis Variasi Pattern 3D Printing terhadap Kekuatan Tarik." *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin (J-Proteksion)* 5 (1): 16–19. [Google Scholarjournal.univpancasila.ac.id](https://doi.org/10.24054/journal.univpancasila.ac.id)
- Karuniawan, B., W. F. Rachman, dan M. T. Yoningtias. 2022. "Metode Taguchi untuk Optimasi Parameter Mesin Printer 3D." *Austenit* 14: 61–68. <https://doi.org/10.53893/austenit.v14i2.4631>.
- Nugroho, S. A., dan A. A. Magriyanti. 2020. "Perkembangan Teknologi dalam Proses Percetakan 3 Dimensi dan Aplikasinya." *Jurnal Ilmiah Komputer Grafis (Pixel)* 13 (1): 61–68. <https://doi.org/10.51903/pixel.v13i1.194> [journal.stekom.ac.id+1](https://doi.org/10.51903/pixel.v13i1.194)
- Pranata, Y., Hasdiansah, dan Y. F. Arriyani. 2022. "Pengujian Kuat Tarik Produk Cetak 3D Printing." *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*: 85–91.
- Priestiansyah, Hasdiansah, dan A. Ferdiansyah. 2022. "Pengaruh Parameter Proses pada 3D Printing FDM terhadap Kekuatan Tarik Filament ABS CCTREE." *Jurnal Teknologi Manufaktur* 1: 15–22. <https://doi.org/10.33504/manutech.v14i01.210>.
- Rismalia, M., S. C. Hidajat, I. G. R. Permana, B. Hadisujoto, M. Muslimin, dan F. Triawan. 2019. "Infill Pattern and Density Effects on the Tensile Properties of 3D Printed PLA Material." *Journal of Physics: Conference Series* 1402 (4): 044041. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/4/044041>.
- Suzen, Z. S., Hasdiansah, dan Yulianto. 2020. "Pengaruh Jenis Isian dan Temperatur Nozzle terhadap Kekuatan Tarik Produk 3D Printing Filamen PLA+ Esun." *Jurnal Teknologi Manufaktur* 12: 73–80. <https://doi.org/10.33504/manutech.v12i2.133>.
- Syaefudin, E. A., A. Kholil, M. Hakim, D. A. Wulandari, Riyadi, dan E. Martinugraha. 2023. "The Effect of Orientation on Tensile Strength 3D Printing with ABS and PLA Materials." *Journal of Physics: Conference Series* 2596 (1): 012002. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2596/1/012002>.
- Tanoto, Y. Y., V. Filbert, R. Febrian, dan N. Adriel. 2022. "Optimasi Multirespon pada Proses 3D Printing Material ABS." *Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Kerekayasaan* 43: 147–157. <https://doi.org/10.14710/teknik.v43i2.43301>.
- Tangkuman, S. 2019. *Mekanika Kekuatan Material: Dasar Perancangan Mekanikal*. Manado: Unsrat Press.