



Analisis Pengaruh Variasi *Infill Pattern* terhadap Kekuatan Tarik pada Filamen *Polyethylen Terephthalate Glycol* Hasil 3D Printer

Riski Darmawan^{1,*}, Nurida Finahari¹, Akhmad Farid¹, Leo Hutri Wicaksono¹

¹ Teknik Mesin Universitas Widyagama Malang

Kata kunci

PET-G
3D Printer
Infill Pattern
Uji Tarik

ABSTRAK

Perkembangan dunia manufaktur semakin pesat dari Perkembangan industri manufaktur semakin pesat dari waktu ke waktu[1]. Salah satu teknologi yang semakin berkembang saat ini adalah additive manufacturing. Additive Manufacturing adalah proses manufaktur dengan prinsip penambahan material lapis per lapisan. 3D printing masuk ke dalam kelompok Additive Manufacturing, karena pada prosesnya adalah penambahan material [2]. 3D printing adalah proses pembuatan benda padat 3D dari bentuk desain secara digital menjadi bentuk 3D yang tidak hanya dapat dilihat tapi juga dipegang dan memiliki volume atau massa [4]. Pola infill pattern yang berbeda dapat mempengaruhi kekuatan dan kekakuan dari cetakan 3D. Sebagai contoh, variasi infill dengan pola gyroid memberikan kekuatan tarik yang lebih baik sebesar 12,0135 Mpa daripada infill dengan pola zig-zag atau cross3D dengan nilai 10,2451 dan 7,2075. Pada variasi infill gyroid terlihat adanya patahan brittle. Deformasi plastis inilah yang menyebabkan material menyempit secara lokal, membentuk brittle zone. Patahan ductile biasanya terjadi pada material seperti beberapa jenis polimer yang memiliki sifat plastis yang baik.

* Corresponding author:

Leo Hutri Wicaksono (email: leon@widyagama.ad.id)

Diterima: 15 Maret 2024

Disetujui: 25 September 2024

Dipublikasikan: 30 September 2024

1 Pendahuluan

Perkembangan dunia manufaktur semakin pesat dari Perkembangan industri manufaktur semakin pesat dari waktu ke waktu[1]. Salah satu teknologi yang semakin berkembang saat ini adalah *additive manufacturing*. *Additive Manufacturing* adalah proses manufaktur dengan prinsip penambahan material lapis per lapisan. *3D printing* masuk ke dalam kelompok *Additive Manufacturing*, karena pada prosesnya adalah penambahan material [2]. Istilah 3D printing memang lebih terkenal di Indonesia. Cara kerja dan proses *additive manufacturing* sangat berbeda, karena *additive manufacturing* lebih bertujuan untuk menambahkan material baru di bandingkan dengan membuang material [3].

3D printing adalah proses pembuatan benda padat 3D dari bentuk desain secara digital menjadi bentuk 3D yang tidak hanya dapat dilihat tapi juga dipegang dan memiliki volume atau massa [4]. *3D printer* digunakan dengan menggunakan proses aditif, dimana sebuah benda atau material dibuat dengan meletakkan lapisan per lapisan dari bahan. *3D Printing* adalah sebuah ide baru dalam dunia teknologi.

Fused Deposition Modeling (FDM), atau *Fused Filament Fabrication* (FFF), adalah proses pembuatan *additive* yang termasuk dalam kelompok "*Material Extrusion*". Dalam FDM, sebuah filamen atau material dibentuk dengan cara dilelehkan (*thermal process*) lalu ditempatkan lapis demi lapis sehingga membentuk sebuah benda yang diinginkan. Material yang digunakan dalam FDM adalah jenis *thermoplastic* dalam bentuk filamen. Filamen yang sangat umum digunakan dalam proses pencetakan *3D printing* adalah *polylactic acid* (PLA), *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) dan *polyethylene terephthalate glycol* (PETG) [5] [6].

Filamen Polietilena tereftalat (PET) digunakan dalam berbagai macam aplikasi baik itu dalam dunia industri maupun sehari-hari, untuk pengujian tarik dengan nilai kekuatan 1,2 joule maka dapat direkomendasikan dalam pembuatan alat-alat rumah tangga seperti Botol air mineral, ember, dan kursi. Kemudian untuk pengujian

tarik dengan kekuatan sebesar 1,5joule dapat di rekomendasikan dalam dunia industri otomotif sebagai bahan pembuatan *dasbord*, *cover* mesin dan *windshield*. [7]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar nilai pengujian variasi *infill pattern* pada filamen *polyethylene terephthalate glycol* (PET-G) terhadap kekuatan tarik. Yaitu dengan variasi *infill pattern gyroid*, *zig- zag*, *cross 3D*. Yang mana hasil tersebut akan berbeda pada setiap variasi yang digunakan.

2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah :

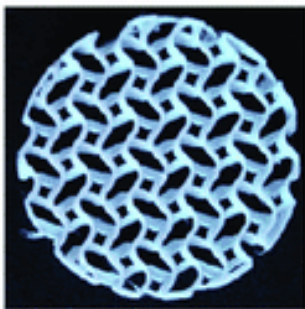
2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk membuat spesimen uji adalah filamen *polyethylene terephthalate glycol* (PET-G)

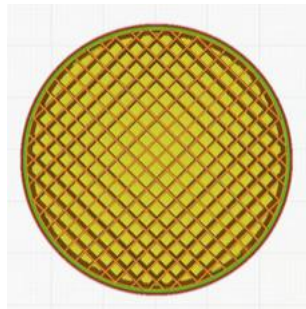
2.2 Alat

- A. Mesin 3D printer
- B. Magnetic bed
- C. Nozzle 3D printer
- D. Alat uji tarik
- E. Laptop

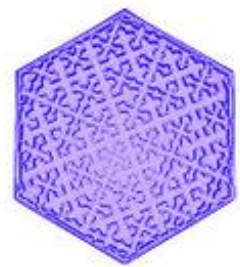
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan membuat spesimen uji dengan mesin 3D printer dengan standar ASTM D638 Tipe I dengan variasi *infill pattern* yang berbeda yaitu :



Gambar 1. *Infill pattern gyroid*



Gambar 2. *Infill pattern zig- zag*



Gambar 3. *Infill pattern cross 3D*

Gambar diatas adalah contoh variasi *infill pattern* yang terdapat pada parameter pencetakan dengan mesin 3 dimensi dengan pola struktur berbda pada setiap variasi. Infill pattern merupakan kerangka internal yang merupakan bagian dari objek hasil cetak 3D printer. Terdapat beberapa jenis pattern, tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi hasil cetak dari kekuatan, berat dan durasi pencetakan.

2.3 Prosedur pembuatan spesimen :

1. Membuat desain3D dengan *software AutoCAD*

Proses pembuatan desain spesimen 3 dimensi yang telah disesuaikan dengan ukuran standar ASTM D638 tipe 1.

2. Memasukkan file ke dalam *software ultimaker cura*

Setelah desain jadi, kemudian file dimasukkan ke dalam *software ultimaker cura* untuk dilakukan penyetulan sudut pada mesin 3D printer.

3. Proses *slicing* menjadi *Gcode*.

Setelah dilakukan penyetelan di *software*, selanjutnya adalah mengubah file menjadi *Gcode* agar terbaca pada mesin 3D *printer*.

4. Proses pencetakan spesimen

Proses pencetakan menggunakan mesin 3D *printer* dengan parameter yang telah disesuaikan dengan standar yang telah ditentukan.

5. Proses *finishing*

Setelah spesimen dicetak langkah selanjutnya adalah *finishing* yaitu dilakukan dengan mengamplas spesimen uji dengan amplas *grid* P80 agar permukaan spesimen halus agar mudah dicengkram pada mesin uji tarik.

6. Proses pengujian

Proses pengujian menggunakan mesin uji tarik tipe *electro hidraulic servo control static & dinamic universal testing machine*. Dengan beban maksimal mencapai 340 kg.

3 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian tarik filamen *polyethylene terephthalate glycol* (PET-G) dari ketiga variasi didapatkan nilai kekuatan tarik dan regangan yang ditampilkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Data hasil pengujian tarik filamen *polyethylene therephthalate glycol* (PET-G) variasi *infill pattern gyroid*

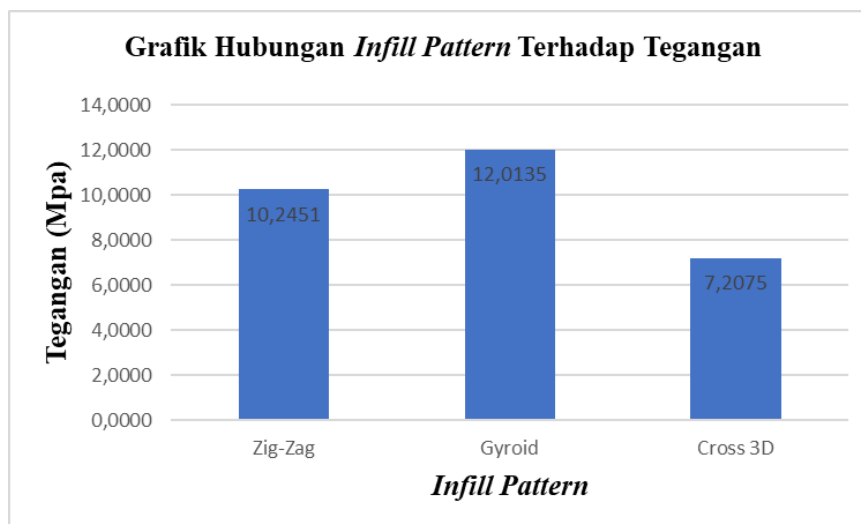
No	Variasi Infill Pattern	Kekuatan tarik (Mpa)	Regangan (mm/mm)
1	Gyroid 1	26,2256	0,0139
2	Gyroid 2	26,7353	0,0139
3	Gyroid 3	23,5399	0,0160
4	Gyroid 4	22,0986	0,0133
5	Gyroid 5	22,2240	0,0171
Rata- Rata		24,1647	0,0148
Standar Deviasi		2,1955	0,0016

Tabel 2. Data hasil pengujian tarik filamen *polyethylene terephthalate glycol* (PET-G) variasi *infill pattern Zig-Zag*

No	Variasi Infill Pattern	Kekuatan tarik (Mpa)	Regangan (mm/mm)
1	Cross 3D 1	14,5953	0,0091
2	Cross 3D 2	16,3297	0,0133
3	Cross 3D 3	16,5808	0,0149
4	Cross 3D 4	16,1226	0,0149
5	Cross 3D 5	17,9027	0,0144
Rata- Rata		16,3062	0,0133
Standar Deviasi		1,1817	0,0025

Tabel 3. Data hasil pengujian tarik filamen *polyethylene terephthalate glycol* (PET-G) variasi *infill pattern cross 3D*

No	Variasi Infill Pattern	Kekuatan tarik (Mpa)	Regangan (mm/mm)
1	Zig-zag 1	23,3215	0,0176
2	Zig-zag 2	20,8780	0,0139
3	Zig-zag 3	21,0314	0,0117
4	Zig-zag 4	20,6766	0,0128
5	Zig-zag 5	20,0305	0,0144
Rata- Rata		21,1876	0,0141
Standar Deviasi		1,2524	0,0022

Gambar 4. Grafik Hubungan *infill pattern* terhadap tegangan

Perbedaan dalam nilai tegangan antara variasi *infill pattern* *gyroid*, *cross 3D*, dan *zig-zag* pada filamen PET-G yang dihasilkan dari 3D printer bisa disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk struktur internal hasil cetakan, distribusi beban, dan karakteristik bahan. Berikut adalah beberapa kemungkinan alasan mengapa nilai tegangan *infill pattern* *gyroid* bisa lebih besar:

1. Struktur Internal yang Berbeda: *Infill pattern* *gyroid* memiliki struktur internal yang kompleks dan lebih padat dibandingkan dengan *infill pattern* *cross 3D*. Struktur yang lebih padat dapat menyebabkan distribusi beban yang lebih merata di seluruh cetakan, sehingga meningkatkan kekuatan total struktur. [8]
2. Karakteristik Mekanis yang Lebih Baik: Struktur *gyroid* secara garis besar memiliki beberapa sifat mekanis yang menguntungkan, seperti kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Ini bisa menghasilkan hasil cetakan yang lebih kuat secara keseluruhan daripada pola *infill* lainnya.

4 Kesimpulan

Dari analisa di atas dapat diambil kesimpulan bahwa bentuk *infill pattern* yang berbeda dapat mempengaruhi kekuatan dan kekakuan dari cetakan 3D. dari hasil penelitian terlihat bahwa *pattern* *gyroid* memiliki tegangan tarik yang lebih besar daripada *pattern* *zig-zag* dan *cross 3D* pada filamen PETG.

5 Referensi

- [1] F. J. Daywin, D. W. Utama, W. Kosasih, and K. Wiliam, "PERANCANGAN MESIN 3D PRINTER DENGAN METODE REVERSE ENGINEERING (Studi Kasus di Laboratorium Mekatronika dan Robotics Universitas Tarumanagara)," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 79–89, 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v7i2.5929.
- [2] P. Ahangar, M. E. Cooke, M. H. Weber, and D. H. Rosenzweig, "Current biomedical applications of 3D printing and additive manufacturing," *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 8, 2019, doi: 10.3390/app9081713.
- [3] R. M. Mahamood, S. A. Akinlabi, M. Shatalov, and E. T. Akinlabi, "ADDITIVE MANUFACTURING / 3D PRINTING TECHNOLOGY : A REVIEW," *J. Teknol. Manufaktur*, vol. 8, no. 2, pp. 515–522, 2019.

- [4] R. Hakim, I. Saputra, G. P. Utama, and Y. Setyoadi, “Pengaruh Temperatur Nozzle dan Base Plate Pada Material PLA Terhadap Nilai Masa Jenis dan Kekasaran Permukaan Produk Pada Mesin Leapfrog Creatr 3D Printer,” *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.30871/jatra.v1i1.1242.
- [5] Laily Noor Ikhsanto and Z. Zainuddin, “ANALISA KEKUATAN BENDING FILAMEN ABS DAN PLA PADA HASIL 3D PRINTER DENGAN VARIASI SUHU NOZZLE,” *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 21, no. 1, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.23917/mesin.v21i1.9418>
- [6] H. Hasdiansah and Z. S. Suzen, “Pengaruh Geometri Infill terhadap Kekuatan Tarik Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Type IV Menggunakan Filamen PLA+ Sugoi,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 2, p. 140, 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i2.2343.
- [7] A. Hendrawan, G. Suryani Lubis, R. A. Wicaksono, P. Studi Teknik Mesin, U. Tanjungpura, and J. H. Hadari Nawawi, “Optimasi Parameter Proses Terhadap Geometris Dimensi Pada Proses Cetak 3D Printing Berbahan Polyethylene Terephthalate (PET) Menggunakan Metode Taguchi,” *Lubis & Wicaksono*, vol. 4, no. 1, pp. 30–37, 2023.
- [8] S. Valvez, A. P. Silva, and N. B. Reis, “Perilaku Kompresif Komposit PETG Cetak 3D,” 2022, doi: <https://www.mdpi.com/2226-4310/9/3/124>.