

## PENGARUH PARAMETER PROSES PRODUK 3D PRINTING TERHADAP KEKUATAN IMPAK MENGGUNAKAN FILAMEN PLA PRO

Ummi Khalsum, Zaldy Sirwansyah Suzen\*, Hasdiansah, Zulfitriyanto

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Kawasan Industri Air Kantung, Bangka, 33211, Telp: 0717-93586, Fax: 0717-93585

\*Email: syahdika99@gmail.com

### Abstrak

Saat ini teknologi sudah semakin berkembang dengan sangat pesat terutama teknologi yang berbasis rapid prototyping yang satu diantaranya adalah 3D printing menjadi salah satu teknologi yang sedang maraknya dikembangkan di berbagai sektor industri. Teknologi ini dapat mencetak sebuah produk yang berbentuk 3 dimensi dengan tingkat struktur dan kekuatan bahan yang cukup kompleks. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui parameter proses yang berpengaruh terhadap nilai kekuatan impak suatu spesimen yang telah dicetak menggunakan filamen PLA PRO dan telah dilakukan proses uji impak yang nantinya dapat memberikan data nilai kekuatan terendah hingga tertinggi. Dengan metode eksperimen faktorial, penelitian ini melakukan pencetakan spesimen menggunakan mesin Ender 3-PRO dengan sudut pencetakan 90° atau posisi horizontal. Variasi parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu infill density 80%, travel speed 100mm/s, layer thickness 0.2mm, bed temperature 60°C, printing speed 50mm/s, 3 level nozzle temperature, dan 16 tipe infill pattern berdasarkan software Prusa Slicer 2.3.1. Penelitian yang menghasilkan 48 kombinasi eksperimen ini memiliki nilai impak tertinggi 0,205 Joule/mm<sup>2</sup> dengan infill pattern 3D honeycomb pada suhu 230°C dan nilai impak terendah 0,003 Joule/mm<sup>2</sup> dengan infill pattern stars pada suhu 210°C. Sehingga berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemilihan parameter proses sangat berpengaruh pada hasil pencetakan 3 dimensi.

**Kata kunci:** infill pattern, nozzle temperature, PLA Pro.

### PENDAHULUAN

Berbagai sektor industri seperti industri manufaktur, otomotif dan kesehatan mulai dengan marak menggunakan teknologi rapid prototyping jenis mesin 3D printer (More, 2013), penggunaan teknologi tersebut dikarenakan memiliki kelebihan untuk mencetak produk 3 dimensi dengan tingkat struktur serta geometri yang sangat kompleks (Hannanto Saputra dkk., 2019), selain itu menurut (Riza dkk., 2010) proses pencetakan sebuah produk dapat dicetak dengan waktu yang sangat singkat, sedikitnya informasi mengenai penelitian tentang hasil produk 3D printer mengakibatkan banyak celah untuk dilakukan penelitian salah satunya dalam pengembangan dashboard mobil berbasis 3D printer, karena dashboard mobil dicetak menggunakan mesin injection mold kemudian akan memakan biaya produksi yang sangat besar, hal ini selaras dilakukan penelitian untuk menekan biaya produksi tersebut (Naufal dkk., 2021).

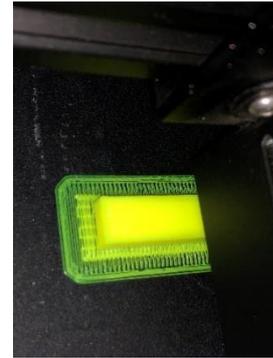
Teknologi rapid prototyping yang sering dijumpai adalah mesin 3D printer (Pratama dkk., 2021), umumnya prinsip kerja dari mesin 3D printer mengadopsi dari additive manufacturing (AM) dengan metode menambah material bukan dengan mengurangi material, alur pencetakan dimulai dari ekstrusi filamen yang dilakukan oleh heater kemudian disalurkan menuju nozzle dan dicetak lapisan demi lapisan (Pristiansyah dkk., 2019), filamen merupakan material utama yang digunakan sebagai bahan baku dalam mencetak produk 3D printer, filament PLA dan ABS adalah filament yang paling sering digunakan (Grabowik dkk., 2017) berbagai inovasi telah dilakukan dan memiliki kelebihan tersendiri, dalam pengembangan filament salah satunya Material maju lainnya seperti PLA Pro, PLA+CF dan material Nylon pun mampu dicetak menggunakan teknologi 3D Printing Hasdiansah, et al., 2022).

Penelitian menggunakan metode eksperimen dilakukan untuk meneliti pengaruh dari *infill geometry*, *nozzle temperature* serta *printing speed* menggunakan filament ST PLA dan menggunakan metode uji impak *Charpy*, hasil penelitian menunjukkan bahwa bervariasinya parameter yang digunakan maka hasil uji akan berbeda (Bowo, 2021). Penelitian (Trisaplin, 2021) dengan metode faktorial bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari parameter *infill pattern*, *nozzle temperature* dan orientasi sudut pencetakan. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan orientasi sudut mempengaruhi pencetakan *infill pattern* dan *nozzle temperature* mempengaruhi ekstrusi filamen di berbagai suhu mengakibatkan bervariasinya kekuatan tarik yang dihasilkan (Annanto dkk., 2020).

Penelitian menggunakan metode faktorial yang berfokus untuk mengetahui pengaruh parameter *Infill pattern* dan *nozzle temperature* terhadap nilai kekuatan Tarik menggunakan filament PLA + ESUN, dimana hasil penelitian menunjukkan hasil kekuatan Tarik yang bervariasi (Suzen, 2020). Penggunaan *printing speed* mempengaruhi hasil dari produk mesin 3D printer dibuktikan dalam penelitian menguji 13 *infill geometry* dengan 3 level *printing speed* dan hasil uji menunjukkan bervariasinya kekuatan impak dari pengaruh *printing speed* tersebut (Irfany, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari parameter uji seperti *infill geometry* dan *nozzle temperature* yang dicetak dengan orientasi sudut 90° serta mengetahui hasil dari kekuatan impak tertinggi dan terendah yang memenuhi standarisasi dari uji impak *dashboard* mobil.

**METODE PENELITIAN**

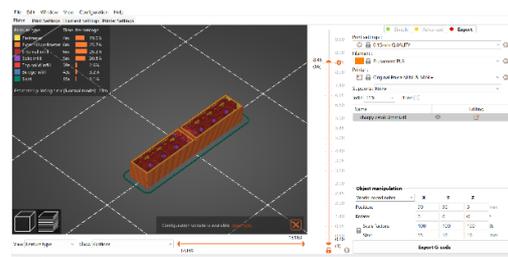
Spesimen uji yang digunakan pada penelitian ini dicetak menggunakan mesin cetak 3 dimensi merek Ender-3 PRO yang memiliki dimensi 440mm x440mm x 465mm. Menggunakan material yang diproduksi oleh Rajawali3D yaitu filament *polylactid acid PRO* (PLA PRO), spesimen dicetak dengan diameter nozzle sebesar 0.4mm. Setelah melalui proses cetak, spesimen kemudian akan masuk ke proses pengujian impak dengan menggunakan mesin uji impak GOTECH model GT-7045 dengan metode *Charpy*.



**Gambar 1. Mesin Uji Impak GOTECH Model GT-7045**

Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode faktorial sebagai metode untuk pengolahan data dengan *infill pattern* dan *nozzle temperature* sebagai parameter tetapnya. Parameter bebas yang digunakan yaitu *infill density* 80%, *travel speed* 100mm/s, *layer thickness* 0,2mm, *printing speed* 50mm/s, *bed temperature* 60°C dan menggunakan orientasi pencetakan 90°. Penentuan kombinasi parameter dilakukan dengan mengalikan 16 tipe *infill pattern* dengan 3 level *nozzle temperature* (210°C, 220°C, dan 230°C) sehingga didapatkan hasil 48 kombinasi parameter pada penelitian ini.

Penelitian ini diawali dengan proses studi literatur dan dilanjutkan dengan proses desain spesimen uji menggunakan *software* desain 3 dimensi yang mengikuti acuan pada ASTM E23-18. Setelah itu file desain disimpan pada format STL. agar dapat dilakukan proses *slicing* dan dapat dikonversikan menjadi *G-code* oleh *software* Prusa Slicer 2.3.1. Proses *slicing* data dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2. Proses slicing data**

Apabila proses *slicing* data telah selesai dilakukan, maka pindahkan data *G-code* yang didapatkan ke dalam memori kecil yang akan dimasukkan ke dalam mesin cetak 3 dimensi. Selanjutnya dilakukan proses pencetakan 48 kombinasi parameter yang telah didapatkan sebelumnya. Proses pencetakan spesimen uji ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Proses Pencetakan filamen

Setelah proses pencetakan selesai, maka spesimen uji akan masuk ke proses pengujian impact menggunakan mesin uji impact GOTECH model GT-7045 untuk mendapatkan nilai sudut akhir pendulum setelah menabrak spesimen uji. Nilai tersebut yang nantinya digunakan untuk mengetahui nilai kekuatan impact setiap spesimen yang telah diuji. Proses uji impact pada spesimen uji dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Proses Uji Impact

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

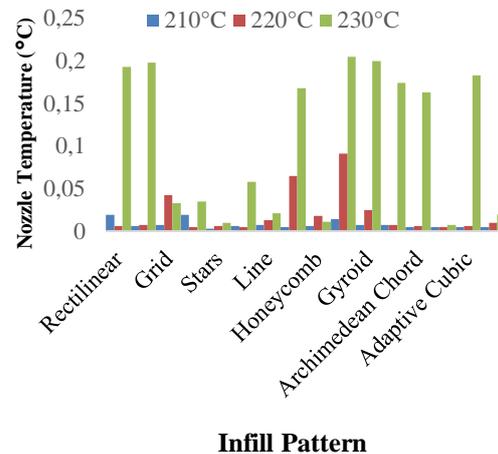
Setelah 48 buah spesimen uji melalui proses pengujian impact menggunakan mesin uji

impact GOTECH model GT-7045, didapatkan hasil sudut yang beragam dari setiap spesimen uji. Adapun 3 nilai sudut tertinggi dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Hasil dan Nilai Impact Tertinggi**

Temperature (°C)	Infill pattern	Sudut Pendulum (°)	Nilai Impact (J/mm <sup>2</sup> )
230	Aligned Rectilinear	41	0,199
230	3D Honeycomb	36	0,205
230	Gyroid	40	0,200

Dari hasil pengujian impact didapatkan nilai kekuatan impact yang bervariasi mulai dari yang tertinggi hingga yang terendah. Pada tabel 1 disajikan 3 spesimen uji yang memiliki nilai kekuatan tertinggi dari 48 spesimen uji yang telah dilakukan pengujian impact. Nilai seluruh hasil kekuatan impact pada spesimen uji dapat dilihat pada grafik yang disajikan dibawah ini.



**Gambar 5. Nilai Kekuatan Impact**

Pada grafik yang ditunjukkan di gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai kekuatan impact tertinggi rata-rata dimiliki oleh *nozzle temperature* 230°C yang merupakan level tertinggi pada *nozzle temperature* yang digunakan. Dan dapat dilihat pula bahwa pada suhu 210°C yang merupakan level terendah memiliki nilai kekuatan impact yang rendah pula. Pada grafik ditunjukkan hasil kekuatan impact terendah ada pada *infill pattern stars* dengan nilai 0,003 J/mm<sup>2</sup>

dengan suhu 210°C. Sedangkan untuk nilai kekuatan impact tertinggi ditunjukkan pada spesimen uji yang dicetak menggunakan suhu 230°C dengan *infill pattern 3D Honeycomb* dengan nilai 0,205J/mm<sup>2</sup>.

Hal ini terjadi dikarenakan kombinasi parameter yang digunakan. Pemilihan parameter proses yang akan digunakan pada pencetakan sangat mempengaruhi hasil kekuatan impact pada spesimen uji. Dari hasil yang didapatkan dapat dianalisis bahwa semakin tinggi *nozzle temperature* yang digunakan maka akan semakin tinggi pula kekuatan impactnya. Akan tetapi, pada penelitian ini *infill pattern* juga memiliki pengaruh yang cukup kuat. *3D honeycomb* yang memiliki nilai impact tertinggi memiliki pola pencetakan yang sangat padat dan tidak memiliki celah didalamnya sehingga spesimen uji yang dicetak menggunakan pola ini akan memiliki kekuatan impact yang tinggi. Sedangkan pada *infill pattern stars* yang memiliki nilai kekuatan impact terendah memiliki pola yang tidak rapat dan memiliki tingkat keregangan yang cukup besar. Sehingga spesimen uji yang dicetak menggunakan *infill pattern* ini rentan patah. Perbandingan pola *3d honeycomb* dan *stars* dapat dilihat pada gambar 6.



**Gambar 6. Pola 3D honeycomb dan stars**

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan data pada grafik yang disajikan diatas, ditunjukkan adanya hasil yang bervariasi disebabkan oleh parameter proses uji yang telah ditetapkan. *Nozzle temperature*

merupakan parameter yang sangat berpengaruh terhadap hasil produk 3D printing. Didapatkan pada penelitian ini semakin tinggi *nozzle temperature* yang digunakan maka akan semakin meningkat pula nilai kekuatan impact pada spesimen yang akan dicetak. Kemudian diikuti oleh pemilihan *infill pattern* yang mempengaruhi kekuatan uji impact. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemilihan *infill pattern* dengan tingkat kerapatan yang tinggi akan menghasilkan nilai kekuatan impact yang baik pula pada spesimen yang akan dicetak. Nilai kekuatan impact tertinggi pada penelitian ini terdapat pada *infill pattern 3D honeycomb* pada suhu 230°C dengan nilai sebesar 0,205 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil uji impact terendah terdapat pada *infill pattern Stars* dengan nilai sebesar 0,003 J/mm<sup>2</sup> dengan suhu 210°C.

## DAFTAR PUSTAKA

- Annanto, G. P., Syafa'at, I., & Prasetyo, D. (2020). *Pengaruh Pola Isian Terhadap Kekuatan Produk Hasil Cetak 3d Printing...* (Annanto dkk). 48–54. [https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING\\_SNST\\_FT/article/view/5432/3836](https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/view/5432/3836)
- Bowo, F. P. (2021). PENGARUH INFILL GEOMETRY, PRINTING SPEED DAN NOZZLE TEMPERATURE TERHADAP KEKUATAN IMPAK MENGGUNAKAN FILAMEN ST PLA. *syntax admiration*, 2(7).
- Grabowik, C., Kalinowski, K., Ćwikła, G., & Paprocka, I. (2017). *Tensile tests of specimens made of selected group of the filament materials manufactured with FDM method*. 04017, 1–6.
- Hannanto Saputra, T., Agus Pamasaria, H., Teknik Mesin, J., Teknik, F., & Gadjah Mada Jl Grafika, U. (2019). *Seminar Nasional IENACO-2019*. 209.
- Irfany, O. R. (2021). *PENGARUH PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KEKUATAN IMPAK MENGGUNAKAN METODE CHARPY PADA FILAMEN PLA*. 6.
- More, P. (2013). *3D Printing Making the Digital Real*. 2(7), 1–4.

- Naufal, A. I., Syafa'at, I., & Annanto, G. P. (2021). Pengaruh Infill Pattern Terhadap Kekuatan Hasil Cetakan 3d Printing Berbahan Poly-Lactic Acid. *JURNAL ILMIAH MOMENTUM*, Vol 17, No 2 (2021), 103–107. <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/MOMENTUM/article/view/6/GilarPanduAnnantopdf>
- Pratama, Y. B., Mesin, J. T., Manufaktur, P., & Bangka, N. (2021). *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Pengaruh Parameter Proses Slicing Software Terhadap Kekasaran Permukaan Printing Part Filamen ST-PLA*. 13(01), 1–8.
- Pristiansyah, Hardiansyah, & Sugiyarto. (2019). *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex*. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 11(01), 0–7.
- Riza, E. I., Teknik, F., Studi, P., Mesin, T., Yogyakarta, U. M., Budiyanoro, C., Teknik, F., Studi, P., Mesin, T., Yogyakarta, U. M., Nugroho, A. W., Teknik, F., Studi, P., Mesin, T., & Yogyakarta, U. M. (2010). *PENINGKATAN KEKUATAN LENTUR PRODUK 3D PRINTING MATERIAL PETG DENGAN OPTIMASI PARAMETER PROSES*. 66–75.
- Suzen, Z. S. (2020). Pengaruh Tipe Infill Dan Temperatur Nozlle Terhadap Kekuatan Tarik Produk 3D Printing Filamen Pla=Esun. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 12(02), 73–80.
- Trisaplin, R. D. (2021). *ANALISIS PADA PROSES 3D PRINTER TERHADAP PENGUJIAN TARIK MENGGUNAKAN FILAMEN PLA PRO*. 2(12), 503–511.