

PENGARUH INFILL GEOMETRY, PRINTING SPEED DAN NOZZLE TEMPERATURE TERHADAP KEKUATAN IMPAK MENGGUNAKAN FILAMEN ST PLA

Frاندika Putra Bowo, Zaldy Sirwansyah Suzen, Yudi Oktriadi

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL) Indonesia

Email: dikahincell@gmail.com, syahdika99@gmail.com, yudioktriadi@gmail.com.

INFO ARTIKEL

Diterima
5 Juli 2021
Direvisi
9 Juli 2021
Disetujui
21 Juli 2021

Kata Kunci:

3D Printing, ST PLA, impak, charpy

ABSTRAK

Teknologi *3D Printing* dikenal dengan sebutan *Additive Layer Manufacturing*, salah satu teknologi 3D Printing yang terkenal adalah *Fused Deposition Modelling* (FDM). Prinsip kerja FDM adalah dengan cara ekstrusi termoplastik melalui nozel yang panas pada *melting temperature* selanjutnya produk dibuat lapis per lapis. Penelitian mengenai pengaruh parameter *3D printing* terhadap uji tarik telah banyak dilakukan terhadap material plastik. Sedangkan penelitian mengenai uji impak terhadap material plastik masih belum banyak dilakukan. Dari permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu penelitian untuk mendapatkan kekuatan impak terhadap material plastik. Penelitian ini menggunakan mesin *3D printing* FDM model PRUSA area dengan dimensi 220mm X 220mm X 250mm dengan ukuran diameter nozel 0,4mm. Filamen yang digunakan adalah jenis plastik yaitu filamen ST PLA dengan diameter 1.75mm dengan variasi parameternya yaitu *infill geometry* (*Grid, Lines, Triangles, Tri Hexagon, Cubic, Cubic Subdivision, Octet, Quarter Qubic, Concentric, Zig-Zag, Cross, Cross 3D* dan *Gyroid*), *nozzle temperature* (210°C, 215 °C dan 220 °C) dan *printing speed* (30mm/s, 40mm/s dan 50mm/s) yang di tentukan pada aplikasi perancangan sehingga menghasilkan 39 sampel yang dicetak. Hasil dari pengujian impak metode *charpy* tertinggi terdapat pada eksperimen uji nomor 35 sebesar 0,00653 Joule/mm² dengan *Infill geometry Concentric, printing speed* 50mm/s dan *nozzle temperature* 220°C. Nilai uji impak terendah pada eksperimen nomor 11 sebesar 0,00119 Joule/mm² dengan *Infill geometry Cross, printing speed* 30mm/s dan *nozzle temperature* 210°C.

ABSTRACT

3D Printing technology is known as Additive Layer Manufacturing, one of the famous 3D Printing technologies is Fused Deposition Modeling (FDM). The working principle of FDM is by extruding thermoplastic through hot nozzles at a

How to cite:

Bowo, Frاندika Putra, Zaldy Sirwansyah Suzen, Yudi Oktriadi, (2021) Pengaruh Infill Geometry, Printing Speed dan Nozzle Temperature terhadap Kekuatan Impak Menggunakan Filamen ST PLA. *Jurnal Syntax Admiration* 2(7). <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i7.265>

E-ISSN:

2722-5356

Published by:

Ridwan Institute

melting temperature, then the product is made layer by layer. Research on the effect of 3D printing parameters on tensile tests has been carried out on plastic materials. Meanwhile, research on impact testing on plastic materials has not been done much. From these problems, a research is needed to obtain the impact strength of plastic materials. This study uses a 3D printing machine FDM model PRUSA area with dimensions of 220mm X 220mm X 250mm with a nozzle diameter of 0.4mm. The filament used is a plastic type, namely ST PLA filament with a diameter of 1.75mm with a variety of parameters, namely infill geometry (Grid, Lines, Triangles, Tri Hexagon, Cubic, Cubic Subdivision, Octet, Quarter Cubic, Concentric, Zig-Zag, Cross, Cross 3D and Gyroid), nozzle temperature (210°C, 215°C and 220°C) and printing speed (30mm/s, 40mm/s and 50mm/s) which were determined in the design application resulting in 39 printed samples. The results of the highest impact testing of the charpy method were found in experimental test number 35 of 0.00653 Joule/mm² with Concentric Infill geometry, printing speed of 50mm/s and nozzle temperature of 220°C. The lowest impact test value in experiment number 11 was 0.00119 Joule/mm² with Infill geometry Cross, printing speed 30mm/s and nozzle temperature 210°C.

Keywords:

3D Printing, ST geometry Cross, printing speed 30mm/s and nozzle PLA, impak, charpy. temperature 210°C.

Pendahuluan

Teknologi *3D printing* berkembang sejak tahun 1980-an membawa perubahan besar pada dunia, khususnya dalam dunia manufaktur. (Schwab, 2019) Teknologi ini juga dikenal dengan sebutan *Additive Layer Manufacturing*. Salah satu teknologi *3D Printing* yang terkenal adalah *Fused Deposition Modelling* (FDM). (Pristiansyah et al., 2019) Prinsip kerja FDM adalah dengan cara ekstrusi termoplastik melalui *nozzle* yang panas pada *melting temperature* selanjutnya produk dibuat lapis per lapis. Material yang digunakan adalah filament *flexible* jenis *Eflex* dengan diameter 1,75 mm. Parameter proses yang digunakan adalah *flowrate*, *layer thickness*, *nozzle temperature*, *printing speed*, *overlap*, dan *fan speed*. Spesi menujiber bentuk kubus berukuran 20 mm × 20 mm × 20 mm. Optimasi parameter proses menggunakan metode Taguchi L27 *Orthogonal Array* untuk uji akurasi dimensi (Pamasaria et al., 2020). Nilai parameter proses optimal untuk mendapatkan keakuratan dimensi X adalah *flowrate* 110%, *layer thickness* 0,10 mm, *nozzle temperature* 210 °C, *print speed* 40 mm/s, *overlap* 75%, dan *fan speed* 50%. Dimensi Y adalah *flowrate* 120%, *layer thickness* 0,20 mm, *nozzle temperature* 230° C, *print speed* 30 mm/s, *overlap* 75%, dan *fan speed* 100%. Serta dimensi Z adalah *flowrate* 120%, *layer thickness* 0,30 mm, *nozzle temperature* 210 °C, *print speed* 30 mm/s, *overlap* 50%, dan *fan speed* 100% (Pristiansyah et al., 2019)

Pengaruh Infill Geometry, Printing Speed dan Nozzle Temperature terhadap Kekuatan Impak Menggunakan Filamen ST PLA

Kebutuhan konstruksi semakin merambah dalam penggunaan material plastik sebagai bahan utamanya. (Wiliiaury et al., 2015) Namun semua itu harus diimbangi dengan kelayakan desain. Sebelum desain tersebut dibuat nyata, material harus diuji terlebih dahulu. Hal ini agar konstruksi dinyatakan aman untuk operasional manusia. Ketangguhan material terhadap patah getas dan patah ulet adalah masalah yang harus diperhatikan pada konstruksi plastik. Untuk menilai ketahanan material terhadap patah getas dan patah ulet perlu adanya dilakukan uji impak (Budiyanto, n.d.). Pengujian impak merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi, dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. Pengujian yang dilakukan dalam skala lab pada umumnya adalah uji impak metode *charpy*, dipilih karena dirasa lebih sederhana dan aman pada prosedur pengujiannya (Wawandaru & Fitri, 2019)

Plastik merupakan bahan yang sulit terurai, sehingga perlu dilakukan penelitian pengujian impak pada sampah plastik daur ulang bertujuan untuk mengetahui sifat fisik, ketahanan dan ketangguhan sampah plastik hasil daur ulang. Diperoleh nilai rata-rata sampel berupa plastik polypropylene, nilai energi impak rata-rata = 1,31 joule, dan kekuatan impak/*impact strength* rata-rata = 0,0161 joule/mm². Polyethylene Terephthalate jenis plastik, energi tumbukan rata-rata = 1,15 joule, kekuatan impak/*impact strength* rata-rata = 0,0138 joule/mm². Plastik campuran antara PP dan PET, energi tumbukan rata-rata = 1,18 joule, nilai rata-rata kekuatan impak/*impact strength* = 0,0145 Joule/mm². Sebagai hasil dari pengujian ini, plastik Polyethylene memiliki nilai impak tertinggi untuk sampah plastik daur ulang (Putra et al., 2017) Proses fused deposition modeling merupakan proses pembuatan objek 3D melalui pelelehan dengan cara lapisan demi lapisan sehingga membentuk sebuah benda yang diinginkan proses pembuatan objek 3D menggunakan alat printer 3D yang didalamnya terdapat bottom plat yang berfungsi untuk membentuk permukaan cetak. Dengan demikian tujuan penelitian Tugas Akhir ini adalah menyelidiki pengaruh suhu bottom plate terhadap produk printer 3D dan kekuatan bahan Acrylonitrile Butadiene Styrene terhadap pengujian impak (Winarto, 2015).

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh *infill geometry*, *printing speed* dan *nozzle temperature* pada pencetakan *3D printing* filamen ST PLA terhadap pengujian impak.

Adapun tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter *infill geometry*, *printing speed* dan *nozzle temperature* terhadap harga impak tertinggi dan harga impak terendah dari uji impak metode *charpy* (Putranto, 2011).

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pembuatan penelitian proses uji impak ketika menggunakan material ST PLA dan PLA sejenis. Seperti yang diungkapkan dalam penelitian (Pambudi, 2017) menunjukkan bahwa sampel kontrol memiliki hasil kekuatan tarik dan bending yang sesuai dengan referensi datasheet filament PLA. Objek dengan internal geometri triangle berukuran 9 mm dan

ketebalan 2 mm memiliki kekuatan tarik dan bending yang lebih baik dari geometri honeycomb.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Eksperimen. Pada tahap eksperimen ini dilakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Melakukan pembuatan model spesimen berdasarkan ukuran standar ASTM E23-05.
2. Melakukan proses pencetakan berdasarkan parameter proses yang akan di uji
3. Melakukan pengujian impak pada bahan filamen ST PLA yang sudah di cetak di mesin *3D printing*.

a. Material

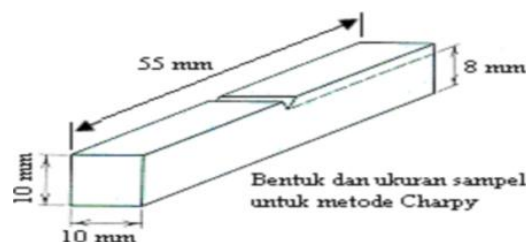
Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah filamen plastik jenis ST PLA yang berwarna *rose pink* dengan diameter 1,75 mm dan berat bersih 1kg, yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1
Filamen ST PLA

b. Spesimen Uji Impak

Spesimen uji impak pada penelitian ini menggunakan spesimen untuk uji impak metode *charpy* dengan takik berbentuk V berada ditengah, berdasarkan ukuran dan standar ASTM E23-05, sesuai dengan Gambar 2.



Gambar 2
Spesimen Standar ASTM E23-05

c. Mesin

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin *3D Printing* Anet ET4 dengan *printing* area XYZ 220 mm x 220 mm x 250 mm dan diameter nozzle-nya 0.4 mm yang ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3
Mesin 3D Printing Anet ET4

d. Alat Uji

Alat uji impak yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji impak GOTECH model GT-7045 metode *charpy*, guna alat uji impak yaitu untuk mengetahui nilai dari sudut posisi akhir pendulum ($\cos \beta$) pada setiap spesimen. Alat uji impak dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4
Alat Uji Impak Charpy Model GT-7045

Tabel 1
Spesifikasi Alat Uji Impak GOTECH Model GT-7045

Berat Pendulum	2.5 Kg
Jarak lengan pengayun	0.4 m
Sudut posisi awal pendulum	150°

e. Parameter Proses

Setelah persiapan selesai dilakukan, maka akan dilanjutkan dengan menentukan parameter uji, yaitu parameter berubah maupun parameter tetap.

Parameter berubah adalah *infill geometry*, *printing speed*, dan *nozzle temperature*. Dan parameter tetap adalah *Layer Height* 0,2mm, *Outer Wall Line Width* 0,4mm, *Wall Thickness* 0,8mm, *Top Layers* 4, *Bottom Layer* 4, *Infill Density* 100%, *Fan Speed* 100%, *Layer Thickness* 0,2mm, *Bed Temperature* 60°C dan *Travel Speed* 100mm/s.

Tabel 2
Parameter Spesimen Uji Impak

<i>Exp No</i>	<i>Infill Geometry</i>	<i>Printing Speed (mm/s)</i>	<i>Nozzle Temperature (°C)</i>	<i>Layer Thickness (mm)</i>	<i>Bed Temperature (°C)</i>	<i>Travel Speed (mm/s)</i>
1	<i>Grid</i>	30	210	0.2	60	100
2	<i>Lines</i>	30	210	0.2	60	100
3	<i>Triangles</i>	30	210	0.2	60	100
4	<i>Tri-Hexagon</i>	30	210	0.2	60	100
5	<i>Cubic</i>	30	210	0.2	60	100
6	<i>Cubic Subdivision</i>	30	210	0.2	60	100
7	<i>Octet</i>	30	210	0.2	60	100
8	<i>Quarter Qubic</i>	30	210	0.2	60	100
9	<i>Concentric</i>	30	210	0.2	60	100
10	<i>Zig-zag</i>	30	210	0.2	60	100
11	<i>Cross</i>	30	210	0.2	60	100
12	<i>Cross 3D</i>	30	210	0.2	60	100
13	<i>Gyroid</i>	30	210	0.2	60	100
14	<i>Grid</i>	40	215	0.2	60	100
15	<i>Lines</i>	40	215	0.2	60	100
16	<i>Triangles</i>	40	215	0.2	60	100
17	<i>Tri-Hexagon</i>	40	215	0.2	60	100
18	<i>Cubic</i>	40	215	0.2	60	100
19	<i>Cubic Subdivision</i>	40	215	0.2	60	100
20	<i>Octet</i>	40	215	0.2	60	100
21	<i>Quarter Qubic</i>	40	215	0.2	60	100
22	<i>Concentric</i>	40	215	0.2	60	100
23	<i>Zig-zag</i>	40	215	0.2	60	100
24	<i>Cross</i>	40	215	0.2	60	100
25	<i>Cross 3D</i>	40	215	0.2	60	100
26	<i>Gyroid</i>	40	215	0.2	60	100
27	<i>Grid</i>	50	220	0.2	60	100
28	<i>Lines</i>	50	220	0.2	60	100
29	<i>Triangles</i>	50	220	0.2	60	100
30	<i>Tri-</i>	50	220	0.2	60	100

Pengaruh Infill Geometry, Printing Speed dan Nozzle Temperature terhadap Kekuatan Impak Menggunakan Filamen ST PLA

<i>Exp No</i>	<i>Infill Geometry</i>	<i>Printing Speed (mm/s)</i>	<i>Nozzle Temperature (°C)</i>	<i>Layer Thickness (mm)</i>	<i>Bed Temperature (°C)</i>	<i>Travel Speed (mm/s)</i>
<i>Hexagon</i>						
31	<i>Cubic</i>	50	220	0.2	60	100
32	<i>Cubic</i>	50	220	0.2	60	100
<i>Subdivision</i>						
33	<i>Octet</i>	50	220	0.2	60	100
34	<i>Quarter Qubic</i>	50	220	0.2	60	100
35	<i>Concentric</i>	50	220	0.2	60	100
36	<i>Zig-zag</i>	50	220	0.2	60	100
37	<i>Cross</i>	50	220	0.2	60	100
38	<i>Cross 3D</i>	50	220	0.2	60	100
39	<i>Gyroid</i>	50	220	0.2	60	100

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

Setelah melakukan pengujian impak metode *charpy* pada spesimen cetak, maka diperoleh hasil yang beragam dari setiap urutan eksperimen yang memiliki nilai yang berbeda-beda terhadap parameter tetap yaitu *layer thickness* 0,2 mm, *bed temperature* 60°C, dan *travel speed* 100mm/s dan parameter berubah yaitu *nozzle temperature* 210°C, 215 °C dan 220 °C, 40mm/s dan 50mm/s dengan 13 *type infill* yang berbeda yaitu *Grid, Lines, Triangles, Tri Hexagon, Cubic, Cubic Subdivision, Octet, Quarter Qubic, Concentric, ZigZag, Cross, Cross 3D dan Gyroid*, yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3
Nilai Hasil Impak

<i>Exp No</i>	<i>Infill Geometry</i>	<i>Printing Speed (mm/s)</i>	<i>Nozzle Temperature (°C)</i>	<i>Layer Thickness (mm)</i>	<i>Bed Temperature (°C)</i>	<i>Travel Speed (mm/s)</i>	<i>Harga Impak(J/mm²)</i>
1	<i>Grid</i>	30	210	0.2	60	100	0,00159
2	<i>Lines</i>	30	210	0.2	60	100	0,00351
3	<i>Triangles</i>	30	210	0.2	60	100	0,00159
4	<i>Tri-Hexagon</i>	30	210	0.2	60	100	0,00159
5	<i>Cubic</i>	30	210	0.2	60	100	0,00198
6	<i>Cubic Subdivision</i>	30	210	0.2	60	100	0,00139
7	<i>Octet</i>	30	210	0.2	60	100	0,00198
8	<i>Quarter Qubic</i>	30	210	0.2	60	100	0,00262
9	<i>Concentric</i>	30	210	0.2	60	100	0,00159
10	<i>Zig-zag</i>	30	210	0.2	60	100	0,00305

<i>Exp No</i>	<i>Infill Geometry</i>	<i>Printing Speed (mm/s)</i>	<i>Nozzle Temperature (°C)</i>	<i>Layer Thickness (mm)</i>	<i>Bed Temperature (°C)</i>	<i>Travel Speed (mm/s)</i>	<i>Harga Impak(J/mm²)</i>
11	<i>Cross</i>	30	210	0.2	60	100	0,00119
12	<i>Cross 3D</i>	30	210	0.2	60	100	0,00139
13	<i>Gyroid</i>	30	210	0.2	60	100	0,00159
14	<i>Grid</i>	40	215	0.2	60	100	0,00178
15	<i>Lines</i>	40	215	0.2	60	100	0,00198
16	<i>Triangles</i>	40	215	0.2	60	100	0,00328
17	<i>Tri-Hexagon</i>	40	215	0.2	60	100	0,00262
18	<i>Cubic</i>	40	215	0.2	60	100	0,00240
19	<i>Cubic Subdivision</i>	40	215	0.2	60	100	0,00219
20	<i>Octet</i>	40	215	0.2	60	100	0,00198
21	<i>Quarter Qubic</i>	40	215	0.2	60	100	0,00471
22	<i>Concentric</i>	40	215	0.2	60	100	0,00159
23	<i>Zig-zag</i>	40	215	0.2	60	100	0,00328
24	<i>Cross</i>	40	215	0.2	60	100	0,00159
25	<i>Cross 3D</i>	40	215	0.2	60	100	0,00159
26	<i>Gyroid</i>	40	215	0.2	60	100	0,00305
27	<i>Grid</i>	50	220	0.2	60	100	0,00178
28	<i>Lines</i>	50	220	0.2	60	100	0,00178
29	<i>Triangles</i>	50	220	0.2	60	100	0,00178
30	<i>Tri-Hexagon</i>	50	220	0.2	60	100	0,00178
31	<i>Cubic</i>	50	220	0.2	60	100	0,00178
32	<i>Cubic Subdivision</i>	50	220	0.2	60	100	0,00159
33	<i>Octet</i>	50	220	0.2	60	100	0,00219
34	<i>Quarter Qubic</i>	50	220	0.2	60	100	0,00398
35	<i>Concentric</i>	50	220	0.2	60	100	0,00653
36	<i>Zig-zag</i>	50	220	0.2	60	100	0,00178
37	<i>Cross</i>	50	220	0.2	60	100	0,00328
38	<i>Cross 3D</i>	50	220	0.2	60	100	0,00139
39	<i>Gyroid</i>	50	220	0.2	60	100	0,00305

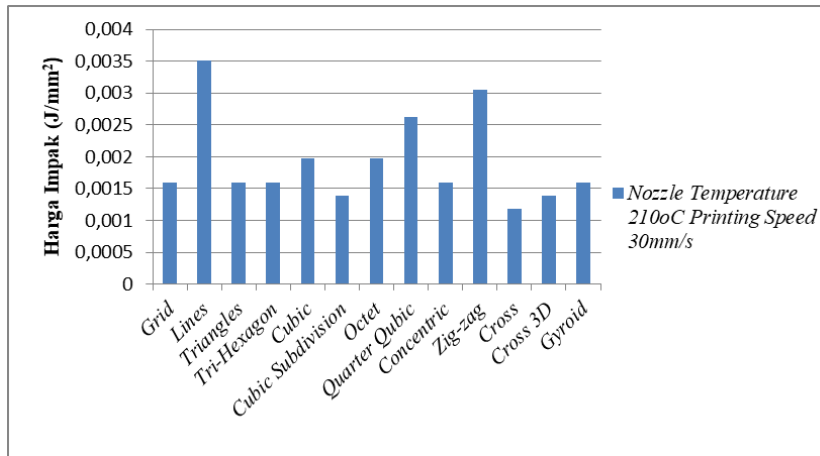
B. Pembahasan

1. Hasil Parameter Nozzle Temperature 210 °C, Printing Speed 30mm/s dengan 13 Tipe infill

Pada hasil dari pengujian impact metode *charpy* dengan parameter 13 tipe *infill*, *nozzle temperature* 210°C, *printing speed* 30mm/s, *layer thickness* 0,2mm, *bed temperature* 60°C, dan *travel speed* 100mm/s, didapatkan nilai Harga Impak tertinggi yaitu 0,00351 Joule/mm² dengan *infill Lines*, dan nilai Harga Impak

Pengaruh Infill Geometry, Printing Speed dan Nozzle Temperature terhadap Kekuatan Impak Menggunakan Filamen ST PLA

terendah yaitu 0,00119 Joule/mm² dengan *infill Cross*. Hasil dari pembahasan ini dapat dilihat pada Gambar 5.

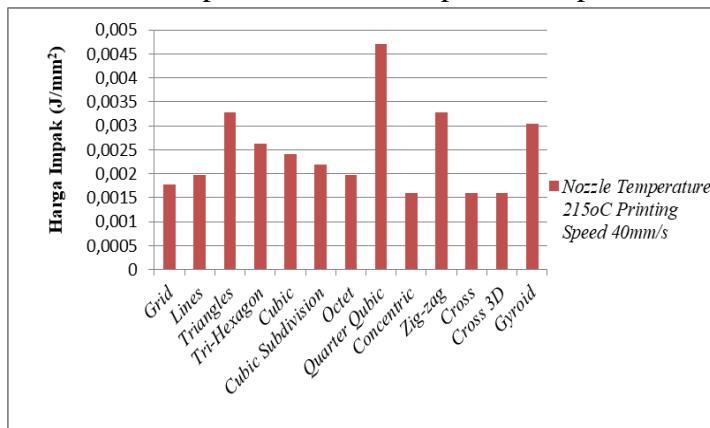


Gambar 5

Hasil Harga Impak Nozzle Temperature 210°C dan Printing Speed 30mm/s

ozzle temperature 215°C, printing speed 40mm/s, layer thickness 0,2mm, bed teHasil Parameter Nozzle Temperature 215 °C, Printing Speed 40mm/s dengan 13 Tipe infill

Pada hasil dari pengujian impak metode *charpy* dengan parameter 13 tipe *infill*, *nperature* 60°C, dan travel speed 100mm/s, didapatkan nilai Harga Impak tertinggi yaitu 0,00471 Joule/mm² dengan *infill Quarter Qubic* dan nilai Harga Impak terendah yaitu 0,00159 Joule/mm² dengan *infill Concentric*, *Cross* dan *Cross 3D*. Hasil dari pembahasan ini dapat dilihat pada Gambar 6.



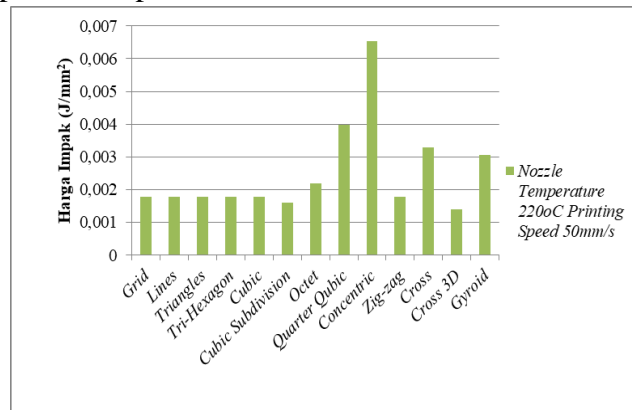
Gambar 6

Hasil Harga Impak Nozzle Temperature 215°C dan Printing Speed 40mm/s

Hasil Parameter Nozzle Temperature 220 °C, Printing Speed 50mm/s dengan 13 Tipe infill.

Pada hasil dari pengujian impak metode *charpy* dengan parameter 13 tipe *infill* , *nozzle temperature* 220°C, *printing speed* 50mm/s, *layer thickness* 0.2mm, *bed temperature* 60° C, dan *travel speed* 100mm/s, maka didapatkan nilai Harga

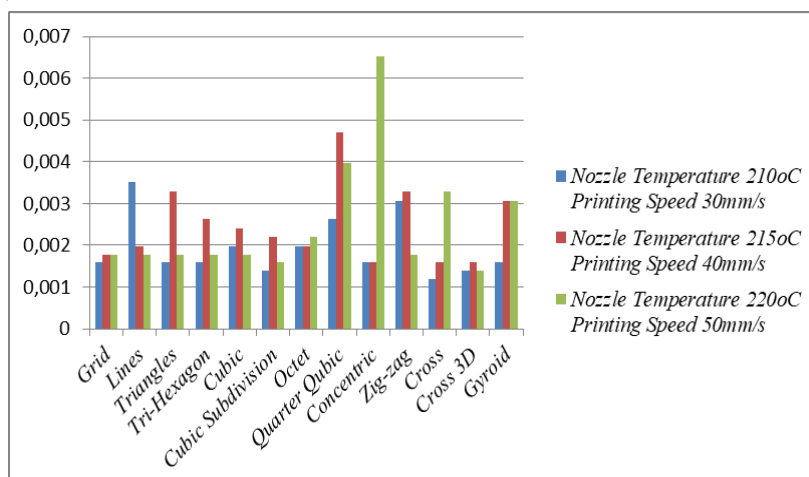
Impak tertinggi yaitu 0,00653 Joule/mm² dengan *infill Concentric* dan nilai Harga Impak terendah yaitu 0,00139 Joule/mm² dengan *infill Cross 3D*. Hasil dari pembahasan ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7

Hasil Harga Impak Nozzle Temperature 220°C dan Printing Speed 50mm/s

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian impak keseluruhan yang diolah dengan parameter berubah yaitu 13 Infill Geometri, Printing Speed (30mm/s, 40 mm/s dan 50mm/s), dan Nozzle Temperature (210°C, 215°C dan 220°C) dan parameter tetap yaitu Layer Thickness 0.2mm, Bed Temperature 60° C, dan Travel Speed100mm/s menggunakan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 8, bahwa parameter berubah (*Infill Geometri, Printing Speed, dan Nozzle Temperature*) memiliki pengaruh terhadap hasil dari harga impak/kekuatan impak, sehingga nilai tertinggi dari hasil pengujian impak adalah pada infill concentric, printing speed 50 mm/s dan temperature nozzle 220°C dengan hasil 0,00653 Joule/mm², dan nilai terendah dari hasil pengujian impak adalah pada infill cross, printing speed 30 mm/s dan *temperature nozzle* 210°C dengan hasil 0,00119 Joule/mm² yang terdapat pada Gambar 8 .



Gambar 8

Hasil Keseluruhan Uji Impak Spesimen

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data yang didapat, maka disimpulkan bahwa hasil pengujian impak metode *charpy* menggunakan spesimen ST PLA didapatkan nilai uji impak terbesar pada eksperimen nomor 35 sebesar 0,00653 Joule/mm² dengan *Infill geometry Concentric, printing speed 50mm/s* dan *nozzle temperature 220°C*. Dan nilai uji impak terendah terdapat pada eksperimen nomor 11 sebesar 0,00119 Joule/mm² dengan *Infill geometry Cross, printing speed 30 mm/s* dan *nozzle temperature 210°C*.

BIBLIOGRAFI

- Budiyanto, E. (n.d.). *Pengujian Material*. Laduny Alifatama. [Google Scholar](#)
- Pamasaria, H. A., Saputra, T. H., Utama, A. S., & Budiyantoro, C. (2020). Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3D Printing berbahan Plastik PP Daur Ulang dengan Menggunakan Metode Taguchi. *JMPM (Jurnal Material Dan Proses Manufaktur)*, 4(1), 12–19. [Google Scholar](#)
- Pambudi, A. I. (2017). *Analisis Pengaruh Internal Geometri Terhadap Sifat Mekanik Material Polylactic Acid (PLA) Dipreparasi Menggunakan 3D Printing*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. [Google Scholar](#)
- Pristiansyah, P., Hasdiansah, H., & Sugiyarto, S. (2019). Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 11(01), 33–40. [Google Scholar](#)
- Putra, W. T., Ismono, I., & Fadelan, F. (2017). Analisa Hasil Uji Impak Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan Campuran (PP+ PET). *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 2(1), 51–56. [Google Scholar](#)
- Putranto, B. (2011). *Perancangan Alat Uji Impak Charpy Untuk Material Komposit Berpenguat Serat Alam (Natural Fiber)*. [Google Scholar](#)
- Schwab, K. (2019). *Revolusi Industri Keempat*. Gramedia Pustaka Utama. [Google Scholar](#)
- Wawandaru, M., & Fitri, M. (2019). Perancangan Alat Uji Impak Charpy Untuk Material Plastik Dengan Takik. *Zona Mesin: Program Studi Teknik Mesin Universitas Batam*, 8(3). [Google Scholar](#)
- Wiliaury, M., Santosa, A., & Kattu, G. S. (2015). Perancangan Mebel Multifungsi Untuk Dormitory Mahasiswa Desain. *Intra*, 3(2), 38–44. [Google Scholar](#)
- Winarto, S. (2015). *Pengaruh Suhu Pada Bottom Plate Terhadap Produk Printer 3D*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Frandika Putra Bowo, Zaldy Sirwansyah Suzen, Yudi Oktriadi (2021)

First publication right:

Jurnal Syntax Admiration

This article is licensed under:

