# ANALISA UJI IMPAK HASIL CETAKAN 3D PRINTING DENGAN MATERIAL PETG TERHADAP VARIASI SUHU *NOZZLE* , SUHU MEJA DAN KECEPATAN CETAK

1 Aldy Restu Putra, 2 Fadly Ahmad Kurniawan Nasution
1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan, Sumatra Utara, Indonesia ()
2Progaram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan, Sumatra Utara, Indonesia ()

**ABSTRAK**

*Teknologi FDM (Fused Deposition Modeling). telah digunakan secara luas pada proses 3D printing karena penggunaan yang mudah, biayanya lebih rendah, ramah lingkungan serta lebih mudah dalam proses pengembangan produk, prototyping dan manufaktur. Setting parameter juga mempengaruhi hasil 3D Printing parameter–parameter tersebut tidak memiliki nilai pasti dalam proses pengerjaannya sehingga diperlukan analisis yang mendalam untuk mengetahui parameter yang berpengaruh terhadap hasil dari 3D printing tersebut. Karakteristik komponen yang dihasilkan menggunakan metode FDM (Fused Deposition Modeling) yaitu memiliki kekuatan yang tinggi, presisi yang relatif baik, tidak membutuhkan finishing setelahnya serta dapat menghemat bahan baku karena tidak ada residu yang dihasilkan. Pengguna dapat menggunakan perangkat lunak desain tersebut untuk membuat desain produk 3D. Proses dan kinerja percetakan 3D bergantung pada sejumlah parameter penting, termasuk waktu pembuatan, akurasi dimensi, kualitas permukaan, dan karakteristik mekanis komponen yang dibuat. Tujuan penelitian ini untuk melakukan pengujian impak hasil cetakan 3D printing dengan parameter suhu nozzle, suhu meja, dan kecepatan cetak.*

***Kata kunci : Teknologi FDM (Fused Deposition Modeling), 3D printing, Parameter***

**ABSTRACT**

*Fused Deposition Modeling (FDM) technology has been widely used in 3D printing processes because of its ease of use, lower cost, eco-friendly and easier in product development, prototyping, and manufacturing. Settings of parameters also affect the outcome of 3D printing. Parameters do not have a definite value in the performance process, which requires in-depth analysis to determine the parameters that influence the outcomes of 3D Printing. The characteristics of the components produced using the Fused Deposition Modeling method are that they have high strength, relatively good precision, do not require subsequent finishing, and can save raw materials because no residues are produced. Users can use such design software to create 3D product designs. The process and performance of 3D printing depend on a number of important parameters, including manufacturing time, dimensional accuracy, surface quality, and the mechanical characteristics of the components created. The purpose of this study is to perform impact tests of 3D printing results with parameters of nozzle temperature, table temperature, and print speed.*

***Keywords: FDM Technology (Fused Deposition Modeling), 3D printing, Parameters***

## 1. Latar Belakang

Teknologi 3D *printing* dalam dunia manufaktur membawa perubahan besar pada dunia. Teknologi yang juga dikenal dengan sebutan *Additive Layer Manufacturing* ini sebenarnya sudah ada sejak tahun 1980-an. *Additive manufacturing* (AM) adalah sebuah teknik membuat objek tiga dimensi dengan cara menambahkan material sehingga membentuk produk yang diinginkan. 3D *printing* merupakan bagian mesin yang mengubah sebuah model tiga demensi yang dibuat di dunia maya menjadi benda yang dapat dipegang dan memiliki volume (Irawan *et al*., 2020). Munculnya teknologi 3D Printing sangat berpengaruh pada beberapa bidang industri, terutama dari segi ekonomi. *Rapidprototyping* (RP), khususnya teknologi pencetakan tiga dimensi (*3D Printing*), sedang banyak dicari oleh para desainer dan telah berhasil diterapkan di banyak aspek. Teknologi *3D printing* mendukung pekerja untuk membantu mereka dalam bekerja karena dapat mengubah inspirasi menjadi bentuk nyata. Salah satu teknologi *rapid prototyping* yang sering ditemukan dipasaran saat ini adalah jenis teknologi FDM (*Fused Deposition Modeling*) (Bari, 2021). Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu dan kecepatan mempengaruhi dimensi objek yang di cetak. Tujuan penelitian ini untuk mealakukan spesimen uji impak, print 3D menggunakan filament PETG dan melakukan uji efek cetakan 3D menggunakan parameter seperti suhu nozzle, suhu meja, dan kecepatan cetak.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Aditif Manufaktur(*3D Printing*)

3D *Printing* adalah sebuah printer dengan kecanggihan khusus, yakni mampu mencetak benda, yang sama persis dengan gambar soft file-nya, dalam bentuk 3D. *Additive Layer Manufacturing* ini telah sering dipakai pada beberapa industri seperti bidang kontruksi, kesehatan *prototyping* dan biomekanik.(Pristianyah, 2018) Sesuai dengan namanya *Additive Layer Manufacturing*, cara kerja dari teknologi ini yaitu menumpuk filament cair lapis demi lapis sampai menjadi suatu cetakan yang sesuai dengan desain. Proses pembuatan *prototyping*. Benda/objek yang dicetak menggunakan teknologi 3D *Printing* ini tidak hanya dapat dilihat tapi juga dipegang dan memiliki volume. 3D *Printing* merupakan sebuah terobosan baru dalam dunia teknologi. Terobosan ini sangatlah populer hampir di seluruh belahan dunia, terutama di kalangan ilmuan dan industrialis. Hal ini karena mereka percaya bahwa teknologi ini akan mampu membawa dunia pada kemajuan dan kesejahteraan.

### 2.2 Prinsip Spesifikasi 3D printer

Pada penelitian ini menggunakan mesin 3D *printer* jenis FDM (*Fused Deposition Modelling*) dengan merk *Creality* 3D *Printer* Ender-3 V2. Adapun spesifikasi pada *Creality* 3D *Printer* Ender-3 V2 yaitu terdapat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.1** Spesifikasi 3D Printer Ender-3 V2

| Nama | Jenis |
|---|---|
| Merek | Creality |
| Model Mesin | Ender-3 V2 |
| Teknologi Molding | FDM(*Fused Deposition Molding*) |
| Ukuran Cetak | 220x220x250 mm |
| Kecepatan Pencetakan | ≥ 180mm/s, normal 30-60mm/s |
| Presisi Pencetakan | ± 0.1mm |
| Diameter Nozzle | standard 0.4mm, 0.3 atau 0.2mm |
| Suhu Bed | ≥100°C |
| File Transfer | Online / SD card offline |
| File Format | STL, OBJ, AMJ |
| Slicing software | Cura/Repetier-Host/Simplify3D |
| Power Supply | input: AC 100-120V/6.8A 200-240V/3.4A 50/60HZ output: DC 24V 270W |
| Filament | PLA / PETG/TPU |
| Ukuran Mesin | 438x424x472 mm |

## 2.3 *Creality Slicer*

Proses manipulasi harus dilakukan pada rancangan desain yang sudah berformat STL untuk mendapatkan informasi tentang pengaturan kerja mesin. Setelah itu, G-Code harus dibuat menggunakan printer 3D. Selain itu, potong bisa juga difungsikan untuk memerintah dan mengontrol *suhu nozzle suhu bed*, pergerakan tarik ulur pada extruder. Selanjutnya, file desain dapat dimasukkan ke dalam G-Code, yang dapat dibaca oleh printer 3D.

## 2.4 Uji Impak

Perancangan dan gambaran Uji impak menganalisis bahan untuk mengetahui ketangguhannya, ketahanan, dan ketegasan terhadap beban.. Salah satu cara untuk mengukur kekuatan, kekerasan, dan keuletan material adalah uji impak (Saragi,2023). Berdasarkan hal tersebut dinyatakan bahwa uji impak dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik yang dimiliki oleh material. Beberapa hal yang harus diperhatikan seperti faktor dinamis yang dapat mempengaruhi suatu material seperti patah getas yakni kecepatan regang, takik, tebal pelat, tegangan sisa dan lain-lain (Handoyo,2013).

## 2.5 Metode Taguchi

Metode Taguchi adalah teknik baru yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan meminimalkan biaya. Metode Taguchi bertujuan untuk menghasilkan produk yang tahan terhadap suara, yang dikenal sebagai Desain Robust. Kualitas, menurut Taguchi, didefinisikan sebagai kerugian yang dialami masyarakat saat pengiriman produk. Pengembangan metode ini dilakukan untuk menilai dan meningkatan kualitas tertentu dengan desain eksperimen yang bertujuan mengidentifikasi faktor/penyebab utama masalah yang menonjol dalam mempengaruhi karakter dari kualitas pada prosedur sehingga variabel karakteristik kualitas bisa dikendalikan

## 3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk melakukan pengujian impak hasil cetakan 3D printing dengan parameter suhu nozzle, suhu meja, dan kecepatan cetak

### 3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Tempat dilakukannya penelitian dilaksanakan di laboratorium Teknik, Jurusan Teknik Mesin, dan Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan. waktu pelaksanaan penelitian direncanakan selama enam bulan yang dimulai dari Februari sampai dengan Agustus 2023.

### 3.2 Alat dan bahan Penelitian

Penelitian yang dilakukan untuk melakukan pengujian impak hasil cetakan 3D printing dengan parameter suhu nozzle, suhu meja, dan kecepatan cetak menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

**Alat**

1. Mesin printer 3D
2. Laptop
3. Alat uji akurasi dimensi
4. *Software* AutoCAD 2020
5. *Softrware* Creality Slicer 4.2.8.
6. Software Analisis Minitab

**Bahan**

Material palstik jenis PETG *(Polyethylene Terephthalate)* dengan diameter 1,75 mm yang merupakan bagian dari polimer Meteran

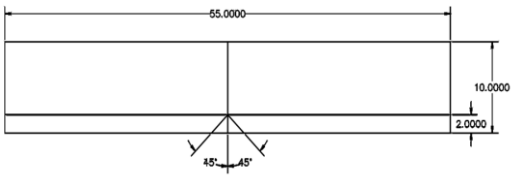
### 3.3 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur tahap penelitian meliputi:

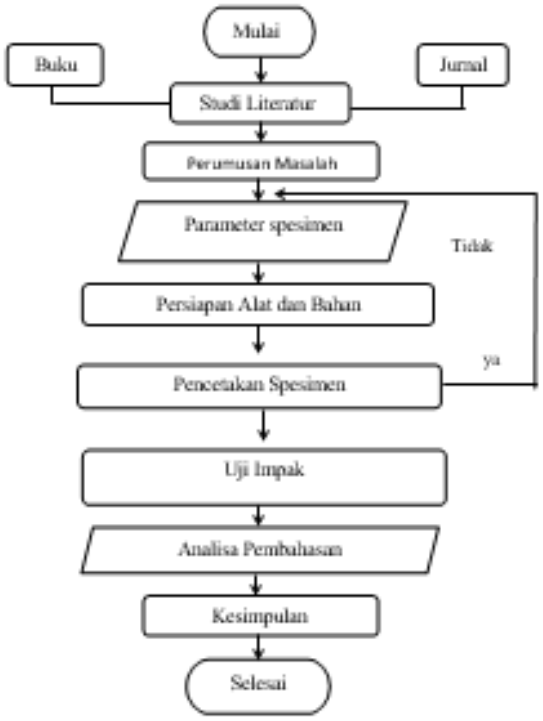
1. Study literatur
2. Desain/ perakitan
3. Pemilihan Orthogonal Array (OA)
4. Analisa data
5. kesimpulan.

### 3.4 Gambar spesimen uji impak ASTM E 23

Merupakan desain specimen uji impak ASTMe 23




**1. Diagram Alir**




## 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perhitungan Luas penampang Spesimen

Upaya yang dilakukan untuk menentukan luas penampang spesimen yang akan diuji pada uji impak menggunakan persamaan berikut :

□ = □ . □

.....(4.1)

Keterangan :

A = luas penampang($mm^2$)

P = panjang (mm)

L = lebar (mm)

Berdasarkan persamaan diatas luas penampang spesimen uji impak adalah

A = P . l

A = 8,5 x 10 A = 85 $mm^2$

### 4.2 Perhitungan Eneri Serap Benda

Usaha yang dilakukan pendulum waktu memukul benda uji atau usaha yang diserap benda uji sampai patah dapat diketahui dengan menggunakan persamaan

□ = □ . □

$E$ = G . λ (cos □ . cos α) . g .....(4.2)

Melalui persamaan hasil uji spesimen perhitungan untuk energi yang diserap benda uji sampai patah adalah

E = W . g

E = G.λ (cos β - Cosα) x g

= 0,71 kg . 0,22 m . (cos 133 - cos 150) x 9,81 $m/s^2$

= 0,2868594014 J

### 4.3 Perhitungan Uji Impak

Harga impak (HI) suatu bahan yang diuji dengan metode charpy diberikan oleh

$$\text{HI} = \frac{E}{A}$$

$$\text{HI} = \frac{E}{A}$$

$$\text{HI} = \frac{0{,}2868594014}{0{,}085}$$

HI = 3,3748164869 ($j/mm^2$)

Keterangan :

E = energi yang diserap
= W . G
= G . λ (cos □ - cos α) x g

G = berat pendulum (kg)

λ = panjang lengan pengayun (m)

α = sudut posisi awal pendulum

β = sudut posisi akhir pendulum

g = gravitasi (9,81 $m/s^2$)

A = luas penampang ($mm^2$)

### 4.4 Hasil Uji Impak

| Exp | Suhu Bed (°C) | Suhu nozzle (°C) | Print speed (mm/s) | Nilai Uji impak HI ($J/mm^2$) |
|---|---|---|---|---|
| Sp 1 | 65 | 210 | 30 | 3,37481648 |
| Sp 2 | 75 | 220 | 40 | 4,09389061 |
| Sp3 | 80 | 230 | 50 | 4,34117647 |
| Sp 4 | 65 | 220 | 50 | 4,34117647 |
| Sp 5 | 75 | 230 | 30 | 3,54948505 |
| Sp 6 | 80 | 210 | 40 | 4,34116470 |
| Sp7 | 65 | 230 | 40 | 4,59134862 |
| Sp 8 | 75 | 210 | 50 | 4,59134862 |
| Sp9 | 80 | 220 | 30 | 4,09388235 |

### 4.5 Uji Konfirmasi /Verifikasi Data

Uji konfirmasi membandingkan data hasil kekuatan tarik awal/tertinggi dengan data hasil kekuatan impak konfirmasi untuk menjamin kebenaran hasil. Uji konfirmasi dilakukan dengan menggabungkan setting parameter yang diperoleh dari hasil parameter proses optimal. Setting ini termasuk suhu bed (80 °), nozzle (23 °C), dan kecepatan print (40 mm/s).

| Kombinasi Awal | Hasil Uji impak HI ($J/mm^2$) |
|---|---|
| Sp9 | 4.093 |

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil dari pengujian impak dari spesimen 1 sampai dengan spesimen 9 yang mendapatkan nilai yang paling terendah yaitu pada spesimen ke- 1 dengan nilai 3.374 $J/mm^2$ dan nilai yang paling optimal yaitu pada spesimen ke 7 dan 8 dengan nilai yang sama yaitu 4,591 $Jmm^2$.
2. Hasil percoban menggunakan Metode Taguchi ini menggunakan filamen PETG untuk mendapatkan nilai parameter proses terbaik untuk pengujian impak, seperti pengaruh temperature yaitu ; suhu bed (80 °C), suhu nozzle (23 °C), dan kecepatan cetak (40 mm/s).
3. Suhu Bed pada ranking ke 1 adalah parameter proses yang paling banyak mempengaruhi kekuatan pengujian impak. dan untuk pengaruh parameter proses secara berurutan yaitu Suhu *Nozzle* pada rank ke 2, *Print speed* pada Rank ke 3.

### 5.2 Saran

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan filamen jenis plastik lainnya untuk mendapatkan hasil yang beragam.
2. Studi selanjutnya menyarankan untuk berhati-hati saat menentukan parameter agar proses pengolahan data dapat dilakukan dengan cepat

## DAFTAR PUSTAKA

Irawan, D., Wardhani, R. P., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Tridharma, U. (2020). *Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil*. *3*(1), 1–13.Peternakan, F. P. (2021). Manfaat Bulu Ayam sebagai Pakan Ternak Alternatif. *MANFAAT BULU AYAM SEBAGAI PAKAN TERNAK ALTERNATIF 17 february 2021*. Retrieved from https://fpp.umko.ac.id/2021/02/17/manfaat-bulu-ayam-sebagai-pakan-ternak-alternatif/

Bari, M. H. (2021). *OPTIMASI PARAMETER PROSES PADA 3D PRINTING FDM TERHADAP KEKUATAN TARIK FILAMENT PLA FOOD GRADE MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI L27 Optimization Of Process Parameters In FDM 3d Printing Towards The Strength Of Filament PLA Food Grade Using Taguchi L27 Method Tu*.Lantabura, p. n. (2022, 8 23). *aneka mesin*. Retrieved from aneka mesin: https://anekamesin.com/mesin-penepung

Pristianyah, H. (2018). Pengaruh Parameter 3D Printing Terhadap Transparansi Produk yang Dihasilkan. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, *6*, 181–186. Bagia, I. N., & Parsa, I. M. (2018). *MOTOR-MOTOR LISTRIK.* Bandung, Jawa Barat: CV. Rasi Terbit.

Suzen, Z. S., Mesin, T., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2020). Pengaruh Tipe Infill Dan Temperatur Nozzle Terhadap Kekuatan Tarik Produk 3D Printing Filamen Pla+ Esun. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, *12*(02).Suga, Kiyokatsu, Sularso, (1997). "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin". Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Mawardi, C. (2020). *Pengantar 3D Printing* (1st ed., Vol. 1). Polmedia.

Saragi, J. F., Pratama, A. B., Boangmanalu, E. P. D., Qadry, A., & Sinaga, F. T. H. (2023). Pengaruh Temperatur terhadap Kekuatan Impak pada Material Besi Nako 10 mm. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, *4*(1), 45-51.

Handoyo, Y. (2013). Perancangan alat uji impak metode charpy kapasitas 100 joule. *jurnal ilmiah teknik mesin*, *1*(2), 45-53.

Riza, E. I., Budiyantoro, C., Nugroho, A. W., Iqbal Riza, E., Budiyantoro, C., & Widyo Nugroho, A. (2020). Peningkatan Kekuatan Lentur Produk 3D Printing Material PETG dengan Optimasi Parameter Proses Menggunakan Metode Taguchi. *Materials*, 66–75.

Setiawan, F., Pratama, D. S., Lubis, R. S., & Sofyan, E. (2023). Uji Impact Material Komposit Campuran Serat Bambu Dan Pasir Besi Menggunakan Metode Hand Lay Up. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, *3*(1), 28-33.

Ardiyantoo, D., Akhmadi, A. nur, & Qurohman, M. T. (2013). *Uji*

*Pengaruh Kecepatan Dan Perbedaan Suhu Antara Filment Pla Dengan Filament Petg Pada 3D Printer Ender 5 Pro*. 12–26.

Sastri, V. R. (2010). Chapter 9 - Other Polymers: Styrenics, Silicones, Thermoplastic Elastomers, Biopolymers, and Thermosets. *William Andrew Applied Publisher*, 217–262. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-8155-2027-6.10009-1